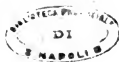
SULL' ORIGINE

DEI

VULCANI

STUDIO SPERIMENTALE

DI

PÀOLO GORINI

LODI

TIPOGRAFÌA DI E. WILMANT

1871

OPERA MIA

CHE SEI NATA POVERA

E MOLTI ANNI GIACESTI NUDA E IGNORATA

NON OBLIARE

CHE

SALVATORE OTTOLENGHI

SPONTANEO TI STESE LA MANO

PER SOLLEVARTI ALL'ONOR DELLA LUCE

E DOVUNQUE TU VADA

DIFFONDI LA FAMA

DELL'ATTO GENEROSO E DEL NOME ONORATO

ÌNDICE DELLE MATERIE

SEZIONE I. SOTTO-SEZIONE I.

CAPO SECONDO

FENÒMENI GEOLÒGICI NORMALI

SEZIONE I. SOTTO-SEZIONE I.

CAPO TERZO

FENÒMENI GEOLÒGICI MODIFICATI

SEZIONE I. SOTTO-SEZIONE I.

CAPO QUARTO

ÙLTIME RICERCHE

SEZIONE I. SOTTO-SEZIONE II.

CAPO PRIMO

VULCANISMO ITÀLICO TERRESTRE

SEZIONE I. SOTTO-SEZIONE II.

CAPO SECONDO

VULCANISMO ITÀLICO MARÌTTIMO

SEZIONE SECONDA

CAPO PRIMO

MECCÀNICA DELLA VITA

SEZIONE II.

CAPO SECONDO

ORÌGINE PRIMA DEI CORPI VIVENTI

APPENDICE

PREFAZIONE

La *geologìa sperimentale* e la *vita minerale,* figlie entrambe del plutonismo e mie figlie di adozione, nàcquero gemelle, crèbbero sempre unite e andàrono soggette alle medèsime vicende. Quand'io, col mio *Studio sperimentale sull'Orìgine delle Montagne,* or sono vent'anni, le presentài piccine alla vecchia Italia, mìsera, divisa e dilaniata, il pùbblico le accolse festosamente ed augurò ad esse ogni bene; ma i naturalisti, sull'appoggio dei quali aveva fatto particolare assegnamento, non partecipàrono all'entusiasmo generale, anzi assalìrono quelle dèboli ed innocenti creature con tanta animosità ch'io per sottrarle alla persecuzione fui costretto di tenerle

nascoste, obbligàndole al silenzio e procurando di farle dimenticare. Però nel ritiro e nella solitùdine io mi son sempre occupato con intenso affetto di loro, ed ora che mi sèmbrano fatte vigorose e capaci di affrontare, senza troppo grave perìcolo, le vicissitùdini della vita, sperando che pòssano incontrare miglior fortuna, le presento un' altra volta all' Italia, a questa nostra Italia, rinnovellata ed unita, signora dei proprj destini, uscita miracolosamente dal secolare sepolcro ove l' avèvan posta a giacere e stàvano vigilanti a custodirla, la prepotenza straniera, le tirànnidi interne e quel coltello a due tagli avvelenati, che portava il nome eteròclito di *poter temporale.* Ora, trascorso un ventennio, con sì grandi cambiamenti avvenuti, le mie care figliuole si troveranno innanzi a un pùbblico nuovo, ed io le raccomando a questo acciocchè non sia meno benèvolo verso di loro del pùbblico antico, e raccomando ai giòvani naturalisti di volerle prèndere sotto la loro protezione e di difènderle all'uopo contro i vecchi rancori dei naturalisti togati.

A coloro che desideràssero di conòscere più minutamente il perchè, tra la promessa di questo

libro fatta nel 1851 (*) e la sua pubblicazione che ha luogo soltanto ora, nel 1871, lasciài trascòrrere sì gran lasso di tempo, devo significare che quì non mi è possìbile il pòrgere una conveniente risposta, perchè dovrèi tèssere una lunga storia di stenti, di privazioni e di dolori, che nel breve spazio concesso ad una Prefazione non potrebbe èssere contenuta. Mi volgerò piuttosto a rènder noto come questo tempo di aspettazione, che minacciava di prolungarsi senza alcun lìmite, ha potuto anch'esso alfine compirsi. A procèdere nei mièi studj occorrèvano spese per libri, per esperimenti, per viaggi, ed io mancava d'ogni risorsa. Non era cosa agèvole il vìncere così fatte difficoltà, ed io certamente, per quanto possegga fermezza di volontà ed una ferrea tenacità di propòsiti, non ci sarèi riuscito se non mi fossi imbattuto in alcuni fatti straordinarj i quali, se fòssero narrati con tutte le loro particolarità, in mezzo a tanto fango di abbiezioni che da per tutto straripa e dilaga, farèbbero un' altìssima testimonianza della nobiltà dell'ànima umana.

(*) V. la Prefazione alla mia Ópera *Sull'Origine delle Montagne.*

Abbandonato dai naturalisti ch' io credeva fòssero in òbbligo di sorrèggermi per mezzo ai trìboli dell' arduo cammino, trovài conforti e soccorsi dove non aveva alcun diritto di pretènderli, dove non aveva alcuna ragione di aspettarli. Da una parte il Conte Luigi Cibrario si dimostrò operosìssimo nel chiamare sopra di me i favori del Re, dall'altra parte il Deputato Federico Bellazzi si dimostrò ugualmente operoso a mèttermi nelle grazie del Barone Giuseppe Natoli, ch'era Ministro per la Pùbblica Istruzione. Degli ajuti che mi vènnero accordati dalla Munificenza Reale tròvasi un cenno al § 219, pàg. 176. Il Ministro Natoli prese a protèggermi premurosamente, e se fosse durato più a lungo nell' ufficio, la mia posizione sarebbe stata interamente cambiata. Intanto ebbi da lui l'incàrico e i mezzi di visitare tutte le località vulcàniche del Regno, il che giovò ad arricchirmi di prove per dimostrare, con più luminosa evidenza, che i mièi pìccoli vulcani sperimentali sono affatto idèntici a quelli della natura.

In quell'època il vento spirava a mio favore; ma le sciagure che colpìrono i mièi benefattori mi ricondùssero ben presto, con nuovi dolori

nell'ànimo, all'isolamento ed alla situazione di prima. Bellazzi, Natoli, Cibrario non potranno vedere il libro che fu in gran parte il frutto delle loro affettuose premure, e se qualcuno dei mièi lettori sentisse il bisogno di divìdere con me, verso quelle ànime generose, il sentimento della mia gratitùdine, altro più non potrebbe fare che deporre un qualche fiore sulla pietra dei loro sepolcri.

Lo scritto mio nel frattempo, più volte rimaneggiato, era condotto al suo compimento; ma con quali mezzi avrèi potuto consegnarlo alle stampe? Contenendo esso il frutto del viaggio da me fatto a spese pùbbliche, pareva che il pùbblico dovesse aver diritto di prènderne cognizione, e pareva che il Ministero, il quale mi aveva incaricato del viaggio, dovesse èssere interessato, per giustificarsi in faccia al paese, a far sì che la pubblicazione avesse luogo, e dovesse fornìrmene i mezzi. Così aveva stabilito il Natoli; ma i varj Ministri che a lui succedèttero, non vòllero assùmere il càrico di questa eredità; ed io andava persuadèndomi che il mio libro fosse destinato ad èssere un'òpera pòstuma, e poichè non poteva allontanare il càlice amaro,

cercava coll' immaginazione di pregustare in esso il pentimento de' sopravviventi e poneva ogni studio a famigliarizzarmi colla condanna che m' aveva colpito e a fàrmela parere men dolorosa. L'ànimo mio trovàvasi in questo stato allorchè un Signore incontràtomi a caso per le vie di Milano mi fermò facendòmisi conòscere per l'Avvocato Salvatore Ottolenghi, e informàndosi del mio manoscritto e delle difficoltà che me ne impedìvano la pubblicazione. Io gli parlài della spesa ingente che avrebbe importato e della mia impossibilità di sostenerla, e l'Avvocato Ottolenghi mi propose immediatamente di prènderla tutta a suo càrico. E ciò egli fece adoperando modi così nòbili e delicati che vàlsero a raddoppiarmi nell'ànimo commosso la riconoscenza destàtavi dal beneficio. Sìmili tratti onòrano il paese dove si còmpiono ed è dovere di buon cittadino il farli pubblicamente conòscere, ond'è ch'io non volli mai adattarmi a promèttere il silenzio, quantunque dall' Avvocato Ottolenghi ne fossi stato con grande insistenza richiesto.

Il libro *Sull'Orìgine dei Vulcani* era già in complesso ideato fin da quando pubblicài quello

Sull'Origine delle Montagne, cioè vent'anni fa. I materiali èrano quasi interamente raccolti e molte parti abbozzate. Vedendo l'impossibilità di dar presto mano alla sua pubblicazione impiegava il tempo ad approfondir meglio le varie questioni e a moltiplicare gli esperimenti. I nuovi lavori venìvano ad intrecciarsi agli antichi e mi obbligàrono a cambiar la distribuzione della materia ed a modificare il piano dell'òpera. Più tardi, allorchè feci il viaggio ai Vulcani d'Italia, avèndone ricevuto l'incàrico dal Governo, e credendo che la Relazione dello stesso dovesse pure a spese del Governo venir pubblicata, cercài di innestare in quella Relazione i fondamenti e gli sviluppi principali della mia teorìa. Quando dovetti abbandonar le speranze che aveva collocate nel Ministero, ritornài al concetto primitivo di mirare soltanto al migliore svolgimento della teorìa e valermi delle cognizioni acquistate nel viaggio unicamente per quanto esse potèssero servire a convalidarla. Finalmente sentìtomi lìbero da ogni impegno, mercè la liberalità dell'Avvocato Ottolenghi, potèi dare al mio libro la forma sotto della quale ora lo rendo di pùbblica ragione. Ho dovuto comunicare tutto questo

a' miëi lettori, acciocchè non mi fàcciano troppo càrico se nel mio libro non troveranno quella giusta convergenza di tutte le parti verso un ùnico punto e quella loro armònica proporzione, che sono i contrassegni delle òpere uscite dalla mente di un solo getto. Invece nelle òpere di lunga e paziente elaborazione le sconnessioni non si pòssono mai interamente evitare; e nella mia ve ne sono parecchie, ed anzi credetti conveniente, per le ragioni che si pòssono lèggere al § 221, pàgina 178, di non darmi troppo pensiero per occultarle.

Al lavoro di venti anni fa aveva potuto prepararmi colla lettura assidua di varj giornali scientìfici e di molte òpere riputatìssime venute in luce da poco tempo. Insomma aveva potuto in qualche modo tenermi al fatto degli ùltimi progressi della scienza e del movimento scientìfico che allora ferveva. Ma ciò non ho potuto più fare durante questi ùltimi vent'anni. Non già che non ne sentissi il bisogno o che me ne mancasse la voglia, ma me ne fu tolta la possibilità, perchè colla soppressione d' un gabinetto di lettura ove tutti i giorni mi recava a dare un po' di pàscolo alla mente, mi ritrovài

per sempre separato dai cari libri e dai giornali scientìfici. Questa privazione è stata per me un vero martirio e facilmente m'intenderanno tutti coloro che famigliarizzàndosi coi diletti dell'intelligenza provàrono voluttà che non ammèttono confronti. Eppure vi sono molti i quali, forse non conscii della mia situazione così dolorosamente eccezionale, continuano ad appormi a colpa ch' io non apra a tutti la porta per invàdere e saccheggiare quel pòvero terreno ch'io solo dissodài, e dove s'io giungo a raccògliere una qualche spica, sono io solo che vi deposi il seme, io solo che lo coltivài. S'io mi trovassi nelle circostanze ordinarie degli altri, sarèi forse più degli altri premuroso di sollevare ogni velo circa i mezzi di cui mi valgo per far progredire i mièi lavori; ma fin che mi troverò forzatamente escluso dal consorzio scientìfico del quale gli altri appròfittano, io mi terrò fermo nell'esclusivo possedimento di quel po' di bene che seppi da me solo procurarmi e che è di mia assoluta proprietà. Del resto, nella tristìssima guerra che mi fu mossa per questo motivo, ebbi cento volte l'occasione di osservare che i più insofferenti d'ogni segreto e i più arrabbiati

predicatori del comunismo scientifico sono precisamente coloro che non èbbero mai segreti da custodire e che non èbbero mai nulla da mèttere in comune. E questi che dimòstransi invasati da tanto sdegno perchè io non divido con loro le cose mie, ostèntano d'altra parte di crèderle immeritèvoli di qualunque considerazione. Essi fingono di non sapere che la geologia sperimentale è tutta òpera mia. Quando vent'anni fa io pubblicài il mio *Studio sperimentale sull'Origine delle Montagne,* i naturalisti èrano così lontani dal crèdere alla possibilità della geologìa sperimentale che il nome stesso riputàvasi un assurdo. Più tardi si famigliarizzàrono con questo nome, capìrono che vi era un nuovo campo scientìfico da coltivare, e cercàrono, ma indarno, di smuòverne le prime zolle. Riuscìrono ad ottenere artificialmente la riproduzione di varj minerali, e a questi lavori, i quali evidentemente altro non sono che esperimenti di mineralogìa, sol perchè atti a spàndere una qualche dèbole e indiretta luce sovra alcune questioni di geologìa, dièdero pomposamente e a torto il nome di geologìa sperimentale. Ebbene, i detti naturalisti non conòscono altra geologìa sperimentale

fuori di quella or menzionata, la quale non lo è, ma che ha per essi il mèrito supremo di non èssere cosa di provenienza italiana.

Vent'anni or sono, quando pubblicài l'altro mio libro, colla ingenuità di un novizzo dava grandìssima importanza al giudizio che di esso avrèbbero fatto i naturalisti italiani, e con molta trepidazione tentava tutti i modi di poterne venire in cognizione. Ora avendo appreso dalla dura esperienza com'essi sìano poco inclinati a rèndermi giustizia, e avendo i fatti sperimentali che mi si moltiplicàrono fra le mani deposto bastevolmente a mio favore, dichiaro che rinuncio ad ogni aspirazione d'èssere da loro giudicato e ad ogni velleità di conòscere il loro parere. Certo che se vorranno spontaneamente esprìmerlo, a ciò sospinti soltanto dall'amore della scienza e dal desiderio di far trionfare la verità, io ne sarò, con tutto l'ànimo, ad essi riconoscente. Espòngano pure le obbiezioni che li trattèngono dal poter accettare la mia teorìa, io le discuterò seriamente, e nei modi cercherò di usare non solo quella temperanza e quèi riguardi che non dèvono mai scompagnarsi da chi lealmente va in traccia del vero, ma ben

anche tutta quella cortesia che mi può èssere consentita dal mio temperamento qualificato dai mièi avversarj come aspro e selvàtico. Eppèrò la temperanza ch'io sono disposto ad usare con loro pretendo che sia usata anche con me. Ho l'òbbligo, il diritto e l'intenzione di far rispettare l'òpera mia, e non lascierò impunito chi si provasse ad attaccarla con acrimonia partigiana. Finisco coll'esternare la speranza che ciò non succeda e che i naturalisti italiani, almeno per l'intenso amore che porto al progresso scientìfico ed alla verità, vògliano finalmente stèndermi amica la mano, e considerarmi, non come un avversario da combàttere ma come un confratello da illuminare.

Lodi, 22 Marzo, 1871.

PÀOLO GORINI.

VULCANI

VULCANI

1. Vincoli oramài indissolùbili lègano fra loro la geologìa e la fisiologìa, ond'è che anche questa parte della geologìa sperimentale che prende il nome dai *vulcani*, a somiglianza di quella da me pubblicata nel 1851 e che prese il nome dalle *montagne*, sarà divisa in due sezioni:

Questioni geològiche — Questioni fisiològiche.

Si aggiungerà un'*Appendice* destinata a mèttere in rilievo i vantaggi arrecati alla scienza dalla scoperta del *plutonismo*.

SEZIONE PRIMA

QUESTIONI GEOLÒGICHE

2. Questa sezione sarà divisa in due sotto-sezioni, di cui l'una tratterà della *teorìa dei fenòmeni vulcànici* considerata astrattamente e con tutta la generalità, e l'altra applicherà l'esposta teorìa al caso del *vulcanismo itàlico,* passando in rassegna i fenòmeni vulcànici offerti dal nostro paese e porgèndone la spiegazione.

SOTTO-SEZIONE PRIMA

TEORÌA DEI FENÒMENI VULCÀNICI

3. La teorìa dei fenòmeni vulcànici consterà di quattro capi, aventi ordinatamente per tìtolo:

NOZIONI PRELIMINARI — FENÒMENI GEOLÒGICI NORMALI.
FENÒMENI GEOLÒGICI MODIFICATI — ÙLTIME RICERCHE.

SEZIONE I. SOTTO-SEZIONE I.

CAPO PRIMO

NOZIONI PRELIMINARI

Articolo I.

Orìgine e svolgimento della terra.

Ipòtesi di Laplace — Conversione delle materie aeree terrestri in materie liquide e sòlide.

1. Uno sterminato abisso di tempo ci separa dall'orìgine della terra, e nessun èssere intelligente poteva allora vìvere sopra di lei per assìstere al suo svolgimento e tramandàrcene la memoria. Pure il genio di Laplace arrivò a penetrare il segreto di quèi tempi remotìssimi, così che potè rivelarci ciò che allora avvenne. La sua splèndida ipòtesi ha tali caràtteri di verità ed è avvalorata da così numerose ed imponenti ragioni che ormài, fra quelli che si addentràrono nello studio delle

scienze naturali, pochi si còntano che non le prèstino pienìssima fede. Secondo questa ipòtesi il sole un tempo estendèvasi ad occupare colla sua immensa atmosfera tutto quanto lo spazio del nostro sistema planetario, spazio ch'esso andò successivamente sgombrando, perchè la continua dispersione del proprio calore e l'incessante lavoro delle forze attrattive lo obbligàrono a restringersi al suo volume attùale. Però, siccome pel continuo contrarsi sèmpre più presto compieva la sua rotazione, doveva avvenire che alcuni anelli di materia aerea, situati sul piano dell'equatore, dove era màssima la forza centrìfuga, si distaccàssero dalla massa atmosfèrica e stabilmente si domiciliàssero in quegli spazj lontani, dai quali esso andava ritraèndosi. E questo fenòmeno del distacco di porzioni della solare atmosfera si rèputa èssersi verificato tante volte quanti sono i pianeti che gìrano intorno al sole, i quali appunto dalla condensazione della materia di quegli anelli atmosfèrici avrèbbero tratta la loro orìgine.

5. Il diàmetro solare si era già molto accorciato e misurava poco più che due cento volte la lunghezza attuale quando, ai lìmiti esteriori dell'atmosfera, si distaccò quella nèbula anulare che doveva dare orìgine alla nostra terra.

6. A maggiori distanze circolàvano intorno al sole, in fasi diverse di concentrazione, quèi lembi abbandonati dall'atmosfera solare, da cui si formàrono Nettuno, Urano, Saturno, Giove, la famiglia dei piccoli pianeti e Marte: ardèvano ancora confuse nell'atmosfera solare,

aspettando le èpoche lontane della loro separazione, le materie, da cui dovèvano nàscere Vènere e Mercurio.

7. Se poi, come insegna Laplace e come è naturale, i satèlliti si formàrono nel modo istesso per mezzo di lembi staccati dall'atmosfera dei loro pianeti, siamo tratti a erèdere che la nostra porzione di atmosfera solare quando da principio, sotto forma di anello, distaccossi dal sole, avesse uno spessore assài più grande del diàmetro dell'òrbita lunare, il quale, come è noto, è di 60 diàmetri terrestri. E infatti, calcolando questo spessore dietro i dati che ei vèngono offerti dalla velocità della rotazione del nostro pianeta, lo si viene a trovare non inferiore a diàmetri terrestri trecentosessantacinque, che è il rapporto esistente fra i tempi del moto annuo e del moto diurno.

8. L'uovo della terra, depositato nello spazio dal sole durante il suo lavoro di concentrazione, era vuoto ed inane, come con felicissima espressione, quasi preludendo alla scoperta di Laplace, disse Mosè, il più antico sapiente di cui ci rimàngano gli scritti. Là dentro fermentàvano in istato di sottilissimi vapori tutte le materie terrestri, alcune delle quali, se pur non si èrano già congiunte fra loro quando trovàvansi in grembo al sole, cominciàrono a ricercarsi ed a stringersi in nodi tenacìssimi, pressochè indissolùbili; altre lavoràvano a raccògliere le membra sparse ed a segregarsi possibilmente dalle materie estranee, con cui èrano confuse; e così dal caos primitivo cominciava l'òrdine a svòlgersi e si disegnàvano le prime fila del mondo nascituro.

9. Quale stupendo spettàcolo sarebbe stato per una mente umana il poter assistere a questo primo rimescolarsi di quegli oceàni aerei, i quali si accingèvano all'òpera di edificare la terra!

10. Allora agitàvasi un gran problema: qual sarà il frutto definitivo di tutta questa attività? Èravi la possibilità che l'anello atmosfèrico finisse a prèndere consistenza senza pèrdere la forma di anello; questo caso si vede verificato intorno a Saturno; poteva l'anello conglobarsi tutto in un'ùnica massa, come era già accaduto per varj pianeti; poteva convertirsi in un gruppo di pìccoli globi, come quelli che si formàrono fra Giove e Marte; e finalmente poteva frazionarsi in una miriade di corpicelli slegati, quali sono i così detti asteròidi, che circolano a sciami intorno al sole. Quali èrano i dati, da cui rilevare se il problema si sarebbe risolto in un modo piuttosto che nell'altro?

11. Fra i diversi modi di soluzione uno solo conteneva le condizioni indispensàbili, affinchè potèssero svòlgersi quelle diverse famiglie di èsseri viventi, che abbiamo visto succèdersi sul nostro pianeta per sì gran corso di sècoli; e noi dobbiamo èssere lieti che tutta la materia terrestre abbia potuto riunirsi in un ùnico globo; perchè altrimenti della nostra schiatta non vi sarebbe stato vestigio. Tutti i nostri superbi destini dipendèvano, come una lontanìssima e insignificante conseguenza dall'indirizzo, che avrebbe preso la materia nella soluzione di quel primordiale problema. Noi esultiamo della soluzione ch'esso ebbe; ma non possiam

dubitare che, se la soluzione fosse stata diversa, invece di noi, avrèbbero esultato altri èsseri, che sarèbbero sorti fiorenti di vita, mentre, sotto l'impero delle attuali circostanze, fùrono condannati a non uscire dal nulla.

12. Dopochè nell'interno dell'anello atmosfèrico sovraccennato incominciò a formarsi, per la prima condensazione della materia, un nucleo prevalente, si potè aver la certezza che intorno ad esso col tempo si sarebbe agglomerata, quasi nella totalità, la materia costituente l'anello. E di più si poteva prevedere che, col progressivo incessante raffreddamento, quella materia aerea sarèbbesi a poco a poco convertita in materia lìquida, ed infine ben anche in materia sòlida. Ma per la natura diversa delle moltèplici materie, che costituìvano quell'anello, e di quelle pure svariatìssime, che per l'azione delle chìmiche affinità andàvano di mano in mano formàndosi, era chiaro che quelle metamòrfosi di stato fisico non potèvano còmpiersi tutte in un tratto, nè simultaneamente; ma nella liquefazione avrèbbero preceduto le meno volàtili, e nella solidificazione le più refrattarie; cosicchè quel lavoro, iniziato dal primo raffreddamento, avrebbe dovuto incessantemente continuare, prolungàndosi fino a che non rimanesse più nella terra tanto di calore da mantener lìquida la meno refrattaria di tutte le materie, od aeriforme la più volàtile di tutte.

13. Il fatto è che, mentre le prime materie lìquide o sòlide, fècero la loro apparizione nei tempi più remoti, allorchè nell'antico nucleo terrestre incominciàvano a

disegnarsi i primi rudimenti della terra, oggidì rimàngono ancora varie materie che non hanno potuto liquefarsi e un maggior nùmero che non potèrono per anco consolidarsi.

14. Qui dobbiamo raccògliere la nostra attenzione, non tanto sovrà la sterminata diuturnità di questo fenòmeno, quanto sopra il fatto del graduato succèdersi delle diverse materie aeree sotto l'inevitàbile strettojo della loro conversione in materie lìquide o sòlide.

15. E poichè a questi successivi guadagni della parte condensata della terra su quella che vagava ancora lìbera intorno a lei in istato di materia atmosfèrica è dovuto per intero il progressivo accrèscersi della sua mole; e poichè ad ognuna delle materie, che dallo stato di liquidità passava a quello di solidità, corrispondeva un notàbile mutamento dell'aspetto esterno della terra, così è chiaro che le fasi principali nell'evoluzione del nostro pianeta vènnero prodotte dai detti mutamenti e dèvono èssere considerate in corrispondenza con essi.

16. Possiamo pertanto fin d'ora stabilire che lo svolgimento della nostra terra altro non fu che un fenòmeno di prolungato raffreddamento, il quale produsse sopra una vasta scala la conversione delle materie aeree terrestri in materie lìquide o sòlide.

Articolo II.

I periodi tellùrici.

Definizione dei periodi tellùrici — Modo di comportarsi dell'acqua in relazione coi periodi tellùrici — I periodi tellùrici sono tanto più complicati quanto più antichi — Vincoli tra i periodi tellùrici successivi.

17. Il tempo che si richiede, affinchè qualcuno dei principii integranti della primitiva atmosfera terrestre abbandoni la forma aerea e si fissi stabilmente nel nucleo della terra, costituisce ciò che chiameremo un *periodo tellùrico.* Noi troviamo, per es., che la cortecèia attuale della terra è in gran parte formata di silice e di silicati, sostanze le quali un tempo dovèvano aver la loro sede in seno all'atmosfera: ebbene, si riterrà che il periodo tellùrico della sìlice e dei silicati abbia avuto il suo principio, allorchè queste sostanze cominciàrono a piòvere in copia sulla superficie della terra; e sìasi protratto, finchè non èbbero compiutamente sgombrato il campo dell'atmosfera.

18. Questo periodo precedette il periodo tellùrico attuale, che è manifestamente quello della liquefazione dell'acqua: il periodo, che succederà, si può crèdere che sarà quello della liquefazione dell'àcido carbònico.

19. Gli immensi ammassi di acqua, che in gran parte ricòprono la superficie della terra, non fùrono per anco da questa definitivamente conquistati. L'acqua fa incessanti sforzi per separarsi dalla terra e in grande

quantità l' abbandona, ritornando a rimescolarsi sotto forma di vapore coll' aria atmosfèrica. D' altronde nel tempo stesso ingente copia di vapori, ospitanti in seno dell' aria atmosfèrica, rapprèndonsi in acqua e càdono sulla superficie della terra; cosicchè per questi scambj si può quasi asserire che rimanga invariàbile il rapporto fra l'acqua lìquida e quella in vapore. Però al principio di questo perìodo, per la maggior temperatura della superficie terrestre, l' acqua lìquida non vi poteva trovar riposo, e quando precipitava ad inondarla era ben tosto quasi in totalità riconvertita in vapore. Stante le singolari proprietà dei lìquidi in istato sferoidale, scoperte del Boutigny (*), non si può esclùdere con sicurezza la presenza sulla terra di grandi ammassi di acqua lìquida, non solo nei primordj del perìodo attuale, ma ben anche al declinare del perìodo precedente; egli è per altro ben certo che il rapporto fra l'acqua lìquida e quella in vapore doveva èssere allora ben diverso che al presente; e, se ora prevale la massa dell' acqua liquefatta, doveva allora prevalere quella dell'acqua in vapore.

20. Continuando le cose di questo passo, raffreddàndosi sempre più la terra e diminuendo ben anche la temperatura del sole, l'atmosfera nostra andrà sempre più depauperàndosi di vapore acqueo e la terra andrà senza posa aumentando i suòi guadagni di acqua liquefatta.

(*) P. H. Boutigny (d'Évreux) *Études sur les corps à l'etat sphèroidal. Paris*, 1847.

21. Il periodo attuale è adunque caratterizzato da questo instancàbile lavoro della terra per congiùngersi definitivamente all'acqua; richiamando a stringersi con lei anche quella, che sta vagando in seno all'atmosfera. Nel periodo precedente la terra si assimilò la silice; e nel periodo, che succederà, essa cercherà di appropriarsi l'àcido carbònico.

22. Nei detti periodi è nettamente designata la materia aerea sovra cui la terra esèrcita la propria azione; però le cose non procedèttero sempre con altrettanta semplicità. Ora l'atmosfera è stata rimondata di quasi tutte le diverse materie che un tempo la costituìvano: quelle, che ancora rimàngono, ridùconsi a poche e sono dotate di proprietà recisamente differenti. Perciò, mentre la terra può in un modo efficace esercitare la sua azione di concentramento sopra una di esse, rimane impotente in faccia alle altre.

23. Ma, quando le materie vaganti in seno all'aria atmosfèrica èrano assài più numerose e che vi si trovàvano a gruppi quelle dotate di proprietà affini riguardo al punto di liquefazione ed al modo di comportarsi rispetto all'azione delle forze calorìfiche, era naturale che la terra esercitasse la sua forza concentatrice, non già sopra una sola e distinta materia, ma simultaneamente sopra un gruppo intero di esse. E queste numerose materie, chiamate simultaneamente a liquefarsi, dovèvano èssere fra loro tanto più inviluppate e confuse quanto più, risalendo nella scala dei periodi, ci avviciniamo ai primordj della terra.

24. I periodi tellùrici pare che fòrmino una catena non mai interrotta; anzi vi sono buone ragioni per crèdere che i successivi periodi, non solo sòrgano l'uno a contatto dell'altro, ma anche in parte si sovrappòngano; perchè di sòlito le materie di un periodo non sono ancora nella loro totalità liquefatte, che già è incominciata la liquefazione delle materie del periodo susseguente; ed è durante lo svolgimento di quest'ùltimo periodo che le materie, liquefatte nel periodo cessato, procèdono alla loro consolidazione; talmente che, dal lato geològico, i fenòmeni più rilevanti, che si còmpiono in un dato periodo, sono i fenòmeni pòstumi del periodo precedente.

25. Ora che conosciamo in che consistano i periodi tellùrici, e che sappiamo come gli uni agli altri si succèdano, e per quali vìncoli si tèngano strettamente annodati, passeremo a prèndere particolarmente in considerazione il periodo attuale in confronto al periodo che lo precedette e a quello che lo seguirà.

Articolo III.

Il periodo tellùrico attuale.

Passaggio del periodo della silice a quello dell'acqua — Passaggio del periodo dell'acqua ai periodi futuri — Enorme dorata del periodo attuale e dei periodi futuri — Fallacia della creduta perpetnità di alcuni fenòmeni naturali — Unità di misura proporzionata alla diuturnità di alcuni fenòmeni còsmici — Ragione dell'apparente invariabilità di alcuni fenòmeni còsmici — Grandiosi fenòmeni compiùtisi durante il periodo attuale — Come si stabilì sulla superficie della terra il predominio del calore solare — Minor durata degli antichi periodi — Lumi che il periodo attuale può fornire per lo studio del periodo precedente — Aspetto presentato dalla terra durante il periodo siliceo — Qual fatto lega il periodo attuale ai precedenti e lo separa dai periodi futuri — Quand'è che prenderà un andamento continuamente progressivo la consolidazione dell' acqua — Tempo richiesto per la consolidazione dell'acqua e fenòmeni che ne dovrèbbero derivare — Fenòmeni che dovrebbe produrre il progressivo consolidarsi dell'acqua durante il periodo tellùrico dell'àcido carbònico — Fenòmeni prodotti nel periodo attuale dell'acqua dal progressivo consolidarsi delle materie silicee del periodo precedente — Altri fenòmeni che si produrranno per la futura consolidazione dell'acqua — Ragione probàbile dell'origine ancora oscura di alcune stratificazioni — Rocce acquose future di origine meteòrica e rocce silicee che dovrèbbero avere avuto anàloga origine.

26. Quando l' atmosfera nostra si trovò definitivamente spogliata d'ogni materia silicea, il segno predominante, anzi dirò esclusivo, dell'instancàbile operosità della terra verso il suo progressivo svolgimento rimase la liquefazione dell'acqua.

27. Sulla terra ancora rovente avèvano cessato dal fluire le correnti silicee, non più alimentate dalle antiche pioggie e nevi incandescenti. La sìlice fusa, che già

incomineiava a coprirsi di una sòlida corteccia, si era ritirata nelle cavità della terra e formava stagni e laghi di varia estensione e mari sterminati. Le parti, anteriormente sòlide e porose della terra, mostràvansi tuttavìa imbevute di questo lìquido che dava segni evidenti di pròssima, anzi di già incominciata, consolidazione.

28. L'acqua cadeva sulla terra a dilùvj; ma, giunta al contàtto di rocce e lìquidi roventi, convertìvasi di nuovo in vapore, distaccàndosi dalla terra sotto forma di dense nùvole, che movèvano verso l'alto a legioni e si schieràvano ne' campi dell'atmosfera. E questo attivo rimbalzarsi di ocèani di acqua tra la terra e il cielo continuò fino a che, copèrtisi i mari silicei in gran parte di una sòlida corteccia, potèrono grandi ammassi di acqua, almeno in istato sferoidale, prèndere una dimora pressochè stàbile sulla superficie della terra.

29. L'acqua or si è in gran parte liquefatta; pure continua a dibàttersi contro le forze attrattive e non si è ancor data per vinta. La libertà della sua vita aerea primitiva non appartiene più che ad una qualche sua porzione; ma, quando questa soggiogata dal freddo e dall'attrazione è condotta prigioniera sulla superficie della terra, un'altra porzione abbandona le soglie del suo càrcere terrestre, e vola lìbera per gli spazj dell'atmosfera a rimpiazzare quella che ha abbandonato il campo e cadde liquefatta.

30. Questo combattimento dura da lunghi sècoli e durerà finchè non siano talmente affievolite le forze calorifiche del sole che l'acqua sia abbandonata in preda

alle forze attrattive, senza alleanze. Dopo, quelle forze si volgeranno alla conquista dell'àcido carbònico ora vagante nell'atmosfera, e si ripeterà su questo in più piccola scala, ma per un tempo lunghissimo, il giuoco stesso dell'acqua. Allora correrà il periodo tellùrico dell'àcido carbònico, a cui dovrebbe succèdere quello dell'azoto e poi quello dell'ossìgeno.

31. Ora ciascun periodo tellùrico dura un tempo smisurato, perchè il suo svolgimento è legato alle diminuzioni della temperatura solare, le quali non pòssono aver luogo fuorchè lentissimamente: anzi, consolidata l'acqua e compiuto il periodo tellùrico attuale, non basterebbe lo spegnimento del sole, affinchè si compièssero i perìodi tellùrici dell'àcido carbònico, dell'azoto e dell'ossìgeno, in quanto che queste sostanze persisterèbbero nel loro stato aeriforme, finchè non fosse molto depressa la temperatura degli spazj interplanetarj, entro i quali si aggira la terra, temperatura quasi indipendente dalla presenza del sole e che poco si risentirebbe della sua disparizione.

32. La brevità della nostra vita, la poca antichità delle nostre memorie, ci rèndono proclivi a crèdere alla perpetuità di quèi fenòmeni, che hanno una lunga durata; ed io non istupirèi, se anche ad alcuni naturalisti sembrasse azzardata l'asserzione che il periodo tellùrico dell'acqua è destinato ad aver fine, come quelli che lo precedèttero, e che verrà tempo, in cui si spegneranno ben anche le *eterne* fiamme del nostro gran luminare. Si suol dire che per tutto il corso dei

tempi stòrici, cioè, per varie decine di sècoli, la temperatura del sole non ha mai sensibilmente scemato; e se ne adduce a prova la corrispondente invariabilità delle medie temperature delle varie regioni terrestri. Ciò è vero, ma è troppo poco. Momentaneamente la temperatura del sole può èssere mantenuta costante per la virtù d'un fenòmeno transitorio, quale è quello del continuo passaggio delle sue materie aeriformi allo stato di liquidità e delle sue materie lìquide allo stato di solidità. Del resto è noto che vi fùrono èpoche nelle quali i climi terrestri èrano più caldi e le temperature del sole più ardenti; come ci vien provato dalle qualità dei fòssili delle antiche rocce terrestri e dalla maggiore estensione della antica atmosfera solare: e questi due fenòmeni, sebbene l'un dall'altro indipendenti, concòrrono a dimostrare la medèsima tesi, cioè che non si ha diritto di ritenere invariàbile un fenòmeno còsmico, perchè si è mostrato tale per alcuni sècoli.

33. La durata dei fenòmeni còsmici e le distanze còsmiche sono grandezze dello stesso òrdine, che mal si pòssono valutare riferèndole alle ordinarie unità di misura. Per le distanze ordinarie si ricorre al metro e pei tempi ordinarj si ricorre all'ora; ma, poichè per la valutazione delle grandi distanze còsmiche si ricorre al raggio dell'òrbita terrestre, che è più di cento cinquanta miliardi di metri, così, anche per valutar la durata dei grandi fenòmeni còsmici, si dovrebbe ricòrrere ad un'unità di misura grande in proporzione, la quale contenga più di cento cinquanta miliardi di ore,

ovvero, avesse una durata sensibilmente maggiore di cento cinquanta mila sècoli (cento cinquanta miliardi di ore fanno più di 170,000 sècoli).

A fronte di una sì grande unità di misura, ora possiamo facilmente riconòscere quanto si debba considerare insignificante quel piccolo gruppo di trenta o quaranta sècoli che costituisce tutto il complesso dei tempi stòrici.

34. Per istituire un paragone tra quel fenòmeno còsmico e i fenòmeni ordinarj, bisognerà por mente che quella grande unità di misura sta a 40 sècoli come l'ordinaria unità di misura, che è l'ora, sta a meno di un minuto secondo. E poichè la maggior parte de' fenòmeni ordinarj sèmbrano invariàbili per la durata d'un secondo, ma non sèmbrano più tali, se si ossèrvano un maggior tempo; così non è meraviglia che molti fenòmeni còsmici ci appariscano come invariàbili, studiàndoli per alcune migliaja di anni; mentre ci accorgeremmo dei loro mutamenti, studiàndoli per un tempo sufficiente.

35. È difficile formarsi il giusto concetto dell'immensa durata del perìodo entro il quale viviamo: esso vide già còmpiersi nel suo grembo tutti quegli eventi, che contrassègnano le così dette èpoche geològiche, eventi che fùrono cagionati dal processo di consolidazione di quella materia, che col suo liquefarsi aveva dato il nome al perìodo precedente. E fu pure durante il periodo àcqueo che la terra, dapprima infocata, cessò di risplèndere e che le nubi potèrono talmente diradarsi da non più intercettare stabilmente i raggi del

sole. Più tardi si disegnàrono nettamente anche i climi, quando le temperature delle regioni terrestri passàrono interamente sotto il dominio del sole, e le quattro stagioni, tenèndosi per mano, djèdero principio al loro interminàbile avvicendarsi.

36. L'esautorazione del calore terrestre e l'avvenimento del regno del sole sègnano l'època più memoràbile della storia tellùrica; ma, siccome la terra passò dall'uno all'altro stato lentamente e per gradazioni quasi insensìbili, così succedette che quel grandioso fenòmeno, il quale si crederebbe avesse dovuto trarre con sè un òrdine di cose affatto nuovo, non lasciò sulla faccia della terra vestigie molto profonde.

37. I molti perìodi già trascorsi potèrono cómpiersi assài più prontamente; imperocchè il loro svolgimento era pressochè indipendente dalle azioni solari e quasi unicamente legàvasi alle dispersioni di calore, che senza interruzione ed abbondantemente succedèvano alla superficie della terra.

38. Analizzando i fenòmeni, presentàtici dall'acqua nell'attuale perìodo tellùrico, trarremo non poca luce per investigare quelli che dèvono èssere succeduti nella silice durante il periodo tellùrico precedente, tenuto il dèbito conto di una fondamentale differenza tra le circostanze che allora dominàvano sulla terra e quelle che la règgono presentemente. Ecco pertanto il parallelo che può istituirsi fra i due diversi perìodi.

39. La terra nell'època attuale, scaldata parcamente dal sole, si trova in circostanze assài diverse di quelle

che dominàvano, quando splendeva di luce propria ed era ardente del suo proprio calore. Tale stato certamente dovette sussistere per tutto il periodo precedente quando, non solamente l'acqua, ma ben anche una considerèvole copia di silice trovàvasi abitualmente in forma di vapore. Allora da tutti i pori della terra rovente esalàvano i vapori silicei come adesso succede dei vapori dell'acqua, e sulla terra dovèvano scòrrere fiumi e distèndersi laghi e mari di silice fusa e di silicati. Nubi di silice ingombràvano l'atmosfera, e dal loro seno, ora traboccàvano dirotte pioggie e nevi sterminate, ora erompèvano gràndini scroscianti, tùrbini ed uragani; ora grandi ammassi di vapore depositàvansi quietamente sulla superficie della terra, trasformati in rugiade o brine silicee.

In compagnìa di ocèani d'acqua evaporata dovèvano vagare in seno all'aria atmosfèrica i vapori della silice e dei silicati, quèi dello zolfo e di parecchi solfuri, quelli di varj metalli e di diversi sali: ora dall'incontro, dall'urto e dalla rimescolanza aerea di tante qualità di vapori è naturale che dovèvano generarsi metèore formidàbili, di cui quelle che ora si prodùcono per la condensazione dei solitarj vapori dell'acqua non òffrono che un'immàgine informe e scolorita.

40. Abbiamo toccato le diversità, ora parleremo delle rassomiglianze.

Ciò che ravvicina i vapori acquei, ospitanti nell'atmosfera, agli antichi vapori della silice, e nel tempo stesso separa recisamente questi vapori dagli attuali

gas atmosfèrici, si è la circostanza che la temperatura dello spazio interplanetario occupato dalla nostra terra, è molto inferiore a quella della consolidazione della silice e dell'acqua; e molto superiore a quella della volatilizzazione dell'azoto, dell'ossigeno ed anche dell'àcido carbònico. Perciò possiamo considerare l'acqua evaporata come l'ùnica sostanza supèrstite nell'atmosfera, capace, colle sue evoluzioni meteòriche, di arieggiare in qualche modo le antiche grandiose metèore silicee.

L'acqua evaporata non può fissare stabilmente il suo domicilio in seno all'aria atmosfèrica e ritorna sulla terra in forma lìquida o sòlida, precisamente come ne' tempi antichi avran dovuto fare i vapori della sìlice e quelli delle altre sostanze che si èrano ad essa associati. Invece non cade mai sulla terra una gòcciola di àcido carbònico, e tanto meno poi di azoto, ovvero di ossigeno.

41. Il lavoro di consolidazione dell'acqua è già cominciato in grande nelle regioni polari e sulle alte montagne; ma non potrà progredire, finchè la temperatura del sole non diminuirà sensibilmente. Quando ciò si verificherà, il lavoro di consolidazione dell'acqua, non solo prenderà un andamento progressivo, ma si dilaterà ad invàdere tutte le regioni terrestri.

42. Chi saprebbe mai valutare quanti anni, o per meglio dire quanti sècoli, occorreranno per la completa consolidazione di qualche modesto lago, come sarebbe per es. il Benaco od il Verbano? E si ponga mente che la consolidazione di un lago non può effettuarsi per modo che la superior superficie rimanga tutta ad un

medèsimo livello e produca un'estesa non interrotta pianura. L'acqua è un liquido plutònico; epperò ogni lago che si consolidasse dovrebbe dare origine al di sopra della pianura ad una serie di prominenze, che rapprèsenterèbbero una vera catena di montagne di ghiaccio. E al di sopra di quèi luoghi, ove le acque per avventura si fòssero inabissate a straordinarie profondità, si solleverèbbero a poco a poco gigantesche prominenze, le quali si formerèbbero con un lavoro intermittente affatto sìmile a quello che tròvasi in attività nei nostri vulcani. E quanto colossali, e quanto numerose dovrèbbero sòrgere le catene montuose dai mari mediterranei o dagli ocèani senza confini, quando anche questi dovèssero consolidarsi! E per qual tempo sterminato dovrebbe perdurare il perìodo della loro formazione!

43. Consolidàtasi l'acqua alla superficie della terra, spento il sole, depressa la temperatura degli spazj interplanetarj, ed avviàtosi il perìodo tellùrico dell'àcido carbònico, i detriti delle rocce acquee, trasportati quà e là dalle correnti del nuovo lìquido, finiranno col tògliere dalla vista in gran parte i terreni di ghiaccio primitivo e faranno quasi dimenticare che un tempo il ghiaccio era lìquido, e scorreva sulla terra, e la involgeva allo stato di acqua. Da per tutto però, dove i monti non ancora acuminati persisteranno nel loro lavoro di formazione, porgeranno un sicuro indizio che il plutonio acquoso, di cui si alimèntano, non è per anco interamente consolidato; ed anche dopo che le cime dei monti saranno tutte chiuse rimarranno i vulcani,

che colle loro intermittenti eruzioni di torrenti àcquei attesteranno la persistenza in istato di fusione di immense moli di pietra acquosa. E dove grandi ammassi d'acqua rimarranno imprigionati sotto regioni, già consolidate e già ricoperte da posteriori investimenti di detriti acquosi, non resteranno dal far conòscere la loro sotterranea esistenza; mentre per l'irresistìbile aumento di volume, prodotto dal progredire della consolidazione, sposteranno i terreni sovraincombenti e scompiglieranno l'equilibrio delle masse plutòniche circostanti. Rialzi del suolo, o lenti e regolari, od istantanei e repentini, ruinosi scoscendimenti, rumori sotterranei, turbinose oscillazioni del terreno, ne saranno le conseguenze.

44. Nello stesso modo noi siamo ora avvertiti che la materia del perìodo tellùrico precedente non è per anco interamente consolidata e che grandi ammassi di sostanze silicee, tuttora in fusione, dèvono esìstere nel seno della terra, sia per alimentare le cime non ancora compiute delle Cordigliere d'Amèrica, sia per fornir la materia delle eruzioni vulcàniche, sia per innalzare lentamente la Svezia, od istantaneamente le coste del Chilì, sia per produrre alcuni de' più violenti e disastrosi fenòmeni dei terremoti.

45. È noto che tròvansi ovunque enormi cùmuli di acqua, raccolti e nascosti nelle profonde vìscere della terra; e però, quando in questi comincierà il processo della consolidazione, tutti gli strati terrestri sovrastanti saranno necessariamente spostati e rialzati; d'onde seguirà che in varii luoghi sarà portato a sedere sul

vèrtice delle novelle montagne quel terreno medèsimo, che ora forma il fondo delle nostre pianure. Oltre a ciò tutti gli strati di terreni mòbili, che ora sono ordinariamente imbevuti di acqua, allora si convertiranno in roccie solidissime; perchè le molècole, da prima sciolte e divise, avranno trovato la materia che può cementarle fra loro e riunirle stabilmente in un sol tutto.

46. L'acqua del mare contiene varie sostanze in dissoluzione, tra le quali, come è noto, in copia considerèvole il cloruro sòdico, o sal comune. L'acqua salsa, consolidàndosi, si separa dal sale che contiene; d'onde segue che la roccia, risultante dalla consolidazione dei mari, non sarà costituita di una sola materia da per tutto omogenea e di struttura compatta. Il sale s'interporrà dovunque fra ghiaccio e ghiaccio ad interròmperne la continuità. È desideràbile che si eseguìscano esperienze sovra una scala grande, allo scopo di determinare la vera disposizione del sale rispetto al ghiaccio nella consolidazione dell' acqua salata. Pare probàbile che ogni strato di acqua salsa, pròssimo al fondo, debba dare orìgine a due straterelli distinti, l'uno di sale al di sotto, l'altro di ghiaccio superiormente; mentre invece si può crèdere che alla superficie superiore si formi un ammasso di ghiaccio pressochè puro, servendo il sale, rimasto lìbero dalla depurazione di quell'acqua, a rèndere di mano in mano sempre più salata l' acqua residua inferiore, e quindi ad ingrossare gli straterelli di sale che andranno sul fondo alternàndosi fino ad una considerèvole altezza con quelli di ghiaccio.

Che se anche nella consolidazione delle acque del mare il sale assumesse rispetto al ghiaccio una disposizione alquanto diversa da quella ora accennata, pure ogni qualvolta nelle roccie terrestri si trovasse una regolare alternanza di strati, ripetuta nel modo stesso un gran nùmero di volte, è naturale il crèdere che in origine le materie di quèi diversi strati fòssero confuse in un ùnico impasto e che soltanto per la consolidazione, procedente di strato in strato, l'impasto siasi risolto per una specie di naturale epurazione nei varj straterelli elementari. Nel *Trattato di Geologìa* del nostro Leopoldo Pilla, di cara e gloriosa memoria, a pàgina 508, del Tomo I, § 270, si lèggono le seguenti parole: » Nelle » vicinanze di Christiania in Isvezia e alla distanza di » tre miglia da quella città, il terreno di transizione, » che forma il paese d'intorno, tròvasi in contatto » col granito della montagna, detta Paradiesbächen. Il » detto terreno è composto di piccoli strati di schisto » selcioso, dello spessore di circa due centìmetri, sepa» rati da strati di calcare della stessa dimensione: la » spessezza intera del terreno è di circa 320 metri. Vi » ha dunque colà un'alternanza di più di dòdici mila » strati di schisto e di calcare ». Ebbene, potremo noi crèdere che quegli strati di calcare e di schisto sìano stati colà condotti da due correnti di acqua diverse, che alternàvano i loro depòsiti con quella stupenda regolarità? o troveremo invece più naturale che quelle materie, originariamente confuse in un una sola pasta omogenea, siansi da essa separate per epurazione

nell'atto della loro consolidazione? Il fatto, osservato dal Signor Méhedin (*), che i depòsiti fatti dal Nilo rèstano separati fra loro da straterelli di sabbia finìssima, portàtavi sopra dallo Chamsin, vento caldìssimo che spira regolarmente dall'Aprile al Giugno, non diminuisce la improbabilità che strati alternanti, dotati di grande consistenza, e appresso a poco del medèsimo spessore àbbiano potuto èssere l'effetto di avvicendate deposizioni nettùniche.

47. Mentre, congelàndosi il mare, vi si formeranno al di sopra le montagne e si depositeranno al fondo strati alternanti di sale e di ghiaccio, altri importanti fenòmeni si compiranno in seno all'atmosfera, in virtù dei quali gli antichi mari verranno in parte tolti allo sguardo e quà e là rivestiti di materia di provenienza metèorica. Infatti, col progressivo consolidarsi dell'acqua, l'atmosfera deve a poco a poco spogliarsi di tutto quel vapore àcqueo, che prima era sòlita a contenere; quindi succederà che le grandi pèrdite di vapore àcqueo, sofferte dall'atmosfera nell'alimentare le metèore ùmide svolgèntisi dal suo seno, non saranno più in totalità indennizzate dal nuovo vapore àcqueo, che si solleverà dalla superficie della terra; cosicchè l'atmosfera andrà gradatamente impoverèndosi di acqua, fino a rimanerne interamente privata.

48. Non v'è chi non intenda che le materie àcquee, provenienti da questa orìgine, dovranno presentare forme

(*) Cosmos. 20 Juin. 1862. p. 706.

e strutture ben diverse da quelle che si formàrono per la sèmplice congelazione di ammassi àcquei terrestri. E noi, per non diffònderci troppo, ci accontenteremo di segnalare le due forme più comuni ed ovvie, che dovrèbbero presentare quelle provenienti dall'acqua caduta dal cielo nello stato di neve.

49. È manifesto che smisurati ammassi di neve dovranno accumularsi in varie determinate località della nuova formazione, depositàndosi di preferenza sui fianchi e sulle cime delle alte montagne, ma non mancando di cadere ben anche sulle più ùmili e basse pianure. Se la terra non sarà per anco estremamente raffreddata, la neve caduta potrà èssere penetrata di acqua per le pioggie sopravvegnenti, o i suoi minuti cristalli potranno andar soggetti ad una leggerìssima liquefazione superficiale, e così saldarsi insieme in un sol tutto, dando origine a rocce ben sòlide, evidentemente formate da minutissimi grani di ghiaccio, congiunti fra loro da un cemento della stessa chìmica natura. Invece quella neve, che cadrà sulla terra più tardi, quando dall'atmosfera assiderata non sarà più possìbile che scenda gòcciola d'acqua, nè che alcun principio di fusione possa più effettuarsi nei granelli della neve caduta, non potrà più per difetto di cemento conglutinarsi in un sol tutto: ogni grano di neve resterà perpetuamente separato dai grani vicini; e così sulla terra avranno stabilito la loro residenza nuove sabbie e arene mòbili di orìgine meteòrica, appartenenti al perìodo geològico della consolidazione dell'acqua.

50. Nel confronto tra ciò che deve necessariamente succèdere e ciò che è già succeduto, molti misteri geològici troveranno la loro spiegazione. Io qui non ho voluto che additare una nuova via, per la quale, chi si metterà, non perderà il prezzo del suo lavoro. Se io stesso abbia saputo qualche cosa raccògliervi, i lettori di questo mio scritto potranno giudicare.

Articolo IV.

Costituzione fisica del globo terrestre.

Nell'interno della terra le materie liquide e sòlide si tròvano fra loro mescolate — Paragone fra lo stato antico della terra e lo stato attuale del sole — Circolazione di liquidi incandescenti sulla superficie del sole — Come si comporterèbbero le materie terrestri se si trovàssero alla superficie del sole — Che cosa diventerebbe la terra se acquistasse la temperatura del sole — Paragone tra il modo con cui va sviluppàndosi il nucleo del sole e il modo col quale deve èssersi a poco a poco ingrandito il nucleo della terra — Ragione della mescolanza dei liquidi coi sòlidi — Nel determinare la costituzione fisica del nucleo terrestre bisogna aver riguardo alla moltiplicità delle materie di cui la terra è costituita — Confutazione della supposta completa liquidità del nucleo terrestre — Modo con cui nell'interno della terra dèvono trovarsi mescolate le materie liquide a sòlide.

51. L'interno della nostra terra è tutto sòlido, come pensàvano gli antichi, o è tutto liquido, come è opinione di vari gèologi moderni? Vi sono molti fenòmeni, che mal s'accòrdano coll'una ipòtesi e peggio coll'altra. I vulcani, per es., tanto numerosi sulla superficie della terra, colle copiose eruzioni di materie

liquefatte, protèstano contro l'ipòtesi della completa solidità; e contro quella della completa liquidità protèstano coll'indipendenza delle loro conflagrazioni. Mentre i movimenti di ascensione o di discesa di vastìssime regioni contraddìcono all'opinione degli antichi, la grande stabilità della maggior parte delle regioni terrestri è in aperta opposizione con quella dei moderni. Inoltre il fenòmeno dei terremoti, avuto riguardo alle diverse accidentalità che questi presèntano, scrolla in pari tempo entrambe le opinioni. Ora, se queste sono entrambe erronee in quanto sono assolute ed esclusive, pure non pòssono a meno che contenere una parte di verità; cosicchè, mentre siamo tratti a negare che l'interno della terra possa èssere, o tutto sòlido, o tutto lìquido, siamo tratti necessariamente ad ammèttere ch' ei sia costituito da materie sòlide e lìquide insieme mescolate. Qui pertanto ci si presèntano due questioni a trattarsi; cioè, per quali càuse abbia potuto prodursi questa mescolanza di sòlidi e di lìquidi nell'interno della terra, e come le materie lìquide e sòlide si tròvino distribuite le une rispetto alle altre.

32. A spàndere un po' di luce sulle due questioni, poichè non possiamo visitare l'interno della terra per assicurarci coi nostri occhi dello stato in cui si trova, bisognerà che ci ajutiamo colle analogìe e colle induzioni.

Essèndoci noto che la terra un tempo era ardente e risplendeva nello spazio, come un pìccolo sole, e che il sole, ora sfolgorante di luce, è destinato anch'esso a spègnersi e a ridursi oscuro come la terra, è naturale

il pensare che la differenza dipenda soltanto da ciò che di quèi due corpi il maggiore si trovi attualmente ancora in una tal fase della sua esistenza che fu già dal più pìccolo da lungo tempo compiuta; e che quindi, a conòscere ciò che sulla terra possa èssere avvenuto in tempi antichìssimi, sia opportuno il rivòlger gli occhi al sole e prèndere cognizione di quanto in esso si sta presentemente compiendo.

53. L'incandescente nucleo del sole, avviluppato da una luminosa atmosfera, è costituito alla sua superficie di materia in gran parte lìquida e in qualche parte già consolidata. In quale stato si trovi la materia del nucleo solare al di sotto della sua superficie è difficile il poter sapere con sicurezza, è però a crèdersi che anche là dentro vi sìano materie in parte ancora lìquide e in parte già solidificate. Alla superficie m' immàgino che vi debba èssere un qualche lìquido in perpetuo movimento, scorrente senza posa in fiumi, in torrenti, in ruscelli, dai luoghi più elevati verso i più bassi e da questi rendèntesi di nuovo per la via dell'atmosfera ai luoghi più prominenti.

54. Colla temperatura ardente che dòmina nel sole, quale fra le materie terrestri conosciute potrebbe èssere atta a prestarsi alle esigenze della descritta circolazione? L' acqua è certamente da esclùdersi; poichè in seno a quell'infocata atmosfera costituirebbe un vapore sottilìssimo e permanente, incapace di dare orìgine a goccia alcuna di lìquido. Potrèbbero forse prestarsi a quell'ufficio i nostri silicati, o gli òssidi di ferro, o i

sali calcari, o le altre materie che tròvansi consolidate alla superficie del nostro pianeta? La temperatura del sole è per certo bastantemente elevata per obbligare tutte le accennate materie, se colà si trovàssero, a comportarsi come si è detto dianzi dell'acqua, e a rimanere in seno dell'atmosfera permanentemente in vapore.

55. Ciò significa che, se potèssimo ridonare al nostro piccolo globo la temperatura ora posseduta dal sole, vedremmo dileguarsi in vapore e sciògliersi in seno della sua atmosfera non solo tutta l'acqua che ne ricopre la superficie, ma ben anche la materia di tutte le montagne e di tutte le valli, disfacèndosi e scomparendo tutto quanto l'inviluppo esterno della terra. E, dopo scomparso quel primo inviluppo, ne scomparirebbe forse un secondo, forse un terzo, forse tutta la terra svanirebbe in vapore, ricostituèndosi nella sua pienezza la nèbula primitiva da cui la terra ebbe orìgine; ma potrebbe anche darsi che nell'interno della terra si annidàssero alcune delle materie refrattarie, che ora nel nucleo del sole sfìdano allo stato di solidità quella altìssima temperatura, e allora quelle rocce resisterèbbero, e la terra, sminuita d'assài, non sarebbe però interamente disfatta.

56. È certo per altro che, se anche tutte le rocce terrestri dovèssero cèdere sotto l'influenza di una temperatura uguale a quella del sole, esse presenterèbbero resistenze sempre maggiori quanto più si trovàssero collocate verso le parti centrali; poichè, quando la terra si conglomerò pel raffreddamento, deve èssere in essa

succeduto ciò che ora va succedendo nel sole, dove tròvansi già consolidate le rocce più refrattarie, destinate ad èssere inviluppate e nascoste da quelle di mano in mano meno refrattarie, che pel progressivo raffreddamento andranno a poco a poco separàndosi dall'atmosfera, per ricadere allo stato di liquidità sulla superficie del nucleo ed ivi rapprèndersi. Così il sole va necessariamente ad èssere formato di tanti inviluppi di materie diverse, succedèntisi le une al di sopra delle altre a norma della loro minore refrattarietà; e così la nostra terra deve trovarsi formata di tanti inviluppi, dove le rocce più refrattarie, deposte per le prime nei tempi più antichi, òccupano le parti centrali; e di mano in mano le meno refrattarie, depositàtesi più tardi, prèsero la loro stàbile sede negli strati più esterni. Tale è il modo secondo il quale il nucleo del nostro pianeta deve a poco a poco èssersi ingrandito e consolidato. E inoltre, riferèndoci a quanto abbiamo già esposto circa la successione dei diversi periodi tellùrici, risulta che, raffreddàndosi l'antica atmosfera caòtica della terra, cominciàrono a separarsi da quella e ad agglomerarsi in un nucleo lìquido le materie meno volàtili. Il primo lìquido in tal modo comparso, in virtù del raffreddamento successivo, cominciò a rapprèndersi e a rivestirsi tutt' all' ìngiro di un sòlido inviluppo. E, mentre la consolidazione procedeva più innanzi verso l'interno, altre materie precipitàvansi dall'atmosfera a ravvòlgere in un altro strato di lìquido il primo nucleo consolidàntesi. E, quando cominciò la consolidazione di questo

secondo strato, altre materie allo stato di liquidità discèsero sulla terra ad arricchirla di un nuovo inviluppo: e così le cose procedèttero avanti finchè, durante l'època della consolidazione della silice e dei silicati caduti ultimamente sulla terra allo stato di liquidità, discese dall'atmosfera l'acqua a riempire i mari ed i laghi, ed a produrre i ghiacciài. Perciò la nostra terra deve necessariamente constare di tanti inviluppi sovrapposti ed in istato di solidificazione più o meno avanzata, quanti fùrono i gruppi di materie lìquide che vi si depòsero sopra, e quanto più grandi fùrono gl'intervalli di tempo fra la solidificazione delle une e quella delle altre. L'ùltimo gran fenòmeno di solidificazione, avvenuto sulla nostra terra, è quello delle montagne e delle lave uscite dai monti vulcanici.

57. Da per tutto sotto ai varj accennati inviluppi dèvono èssere rimaste imprigionate materie che non hanno avuto il tempo di potersi consolidare, ed è perciò che noi crediamo che nell'interno della terra si tròvino le materie liquide alternate colle sòlide, a contatto con esse, con esse mescolate.

58. Nel libro, che pubblicài fin dal 1851 *Sull'orìgine delle montagne*, inserìi un artìcolo (*) destinato a porre in rilievo il fatto della mescolanza delle materie sòlide e lìquide nell'interno della terra. Allora però non aveva tenuto conto della circostanza che l'interno della terra deve èssere costituito di molte materie le une

(*) Parte I, Sezione I, Cap. I, Art. X, pàg. 113, § 151.

dalle altre notabilmente diverse: partendo dal principio di una sola qualità di materia, dovetti supporre il nucleo tutto omogeneo, privo di qualunque regolare divisione. Il modo di consolidazione che allora attribuii a tutta la materia terrestre è quello seguito nel consolidarsi dalle varie frazioni della detta materia che si trovàrono inceppate fra i successivi inviluppi.

59. Coloro, i quali crèdono che la terra al di sotto di una crosta sottile tròvisi tutta in istato di liquidità, dèvono pur crèdere, o che la crosta si sostenga da sè indipendentemente dagli appoggi che la presenza del lìquido può ad essa prestare, o che sia fatta di parti slegate, galleggianti sul lìquido e appoggiàntisi sovra il medèsimo come un ponte di barche, o che finalmente in parte si sostenga da sè e in parte si appoggi.

La prima ipòtesi fu dimostrata erronea per varj argomenti, messi ingegnosamente in luce dal compianto Prof. Belli (*). Le altre due sono smentite dal fatto che le lave nelle gole dei diversi vulcani si mantèngono costantemente ad altezze molto diverse. Partendo dal principio della lìbera comunicazione di tutti i vulcani e dell'esistenza di un mare sconfinato di lìquido nell'interno della terra, quel fatto sfuggirà sempre ad ogni spiegazione, perchè gli assurdi non si spiègano.

60. Concluderò col dire che, se i geòlogi hanno ragione di non crèdere più alla solidità completa del

(*) Belli Dott. Giuseppe. *Pensieri sulla consistenza e densità della crosta sòlida terrestre. Memorie dell'Istituto Lombardo. Vol. III.*

nucleo della terra, si allontànano dal vero quando accènnano di crèdere alla sua completa liquidità. Essi non pòsero mente alla diversità delle sostanze di cui la nostra terra è incontrastabilmente composta; non pòsero mente alla enorme diversità delle temperature che si richièdono, acciocchè sostanze di natura tanto diversa pòssano cangiare stato di fisica costituzione; non pòsero mente a ciò che succede nel sole; e infine non interpretàrono giustamente i fenòmeni presentati dai nostri vulcani. Quando vorranno fare le indicate considerazioni, riconosceranno la erroneità della loro opinione e converranno con me nel ritenere che l'interno della terra è costituito di molti inviluppi sovrapposti, in parte completamente solidificati e in parte solidificati soltanto per metà; cioè, ridotti allo stato di una spugna sòlida, tutta imbevuta di liquido. Ciò ammesso, molti fenòmeni misteriosi pèrdono la loro oscurità, e si èvitano tutte le contraddizioni in cui s'inciampava ammettendo le ipòtesi antiche.

Articolo V.

Il problema geològico fondamentale.

Definizione della geologia — Norme per distinguere dagli altri i fenòmeni geològici — Quali sarèbbero i fenòmeni geològici se il globo fosse interamente ricoperto dalle acque — Qual deve considerarsi l'origine comune dei fenòmeni geològici attuali — Esame del modo con cui si consòlidano i liquidi che dànno origine a corpi di natura cristallina — La consolidazione dei detti liquidi non può aver luogo con legge di continuità — I fenòmeni geològici consumando il calore generato dal processo di consolidazione rèndono possibile la continuazione di questo processo da cui tràggono la lora origine.

61. Il significato letterale del vocàbolo *geologìa* sarebbe *discorso sulla terra;* ma vi sono altre scienze, oltre alla geologìa, che discòrrono della terra, e vi sono alcuni fenòmeni a cui spesso si àpplica l'epìteto di geològici quantunque non sìansi compiuti sulla terra. Vediamo pertanto che alla parola geologìa si attribuisce un significato di convenzione; ed a comprènderlo bene gioverà premèttere le considerazioni seguenti.

Un corpo còsmico qualunque, formato di materie in istato di fluidità, assume in virtù delle forze attrattive a cui òbbedisce, e dei varj movimenti a cui è in preda, una determinata figura particolare. Passando quelle materie allo stato di solidità, parrebbe che la figura antica del corpo còsmico dovesse rimanere inalterata. Invece, generalmente parlando, fra le due figure si tròvano discordanze assài ragguardèvoli. Le deviazioni dalla figura normale costituìscono altrettanti fenòmeni geològici; le

càuse, che le prodùssero, si chiàmano forze geològiche; e la scienza, che nota quèi fenòmeni e studia quelle càuse, porta il nome di geologìa.

Faccio osservare che comunemente si dà il nome di fenòmeno geològico ad ogni mutamento un po' rilevante che sìasi compiuto o si vada compiendo sulla faccia della terra, per cui ciò ch' io chiamo geologìa vien finora considerato dai geòlogi soltanto come una pìccola parte della loro vastìssima scienza, anzi come un ramo della stessa àrido e mal disegnato cui danno il nome di *geogenìa*.

62. La terra, quando tutte le materie che ne costituìvano l' esterno inviluppo trovàvansi allo stato di liquidità, doveva presentare una figura sìmile a quella delle acque nei mari tranquilli: dunque nessuna sporgenza al di sopra di quella superficie uniforme; dunque le montagne, che sono una deviazione dall'antica figura normale, costituìscono un fenòmeno geològico: invece i mutamenti, che ora avvèngono in virtù dei movimenti dell'aria e dell'acqua che tèndono a distrùggere le prominenze della terra e a condurre i detriti nelle cavità per repristinare possibilmente l' antica figura normale, potranno èssere presi in considerazione dalla geografia fìsica; ma non sono a tenersi in conto di veri fenòmeni geològici.

63. Se la superficie della terra ci fosse tutta occultata da un mare uniforme, noi non avremmo la cognizione di alcun fenòmeno geològico, e la geologìa non incomincierebbe per noi se non che quando il mare

incominciasse a rapprèndersi. Inoltre i fenòmeni geològici apparirèbbero tanto più numerosi e più complessi quanto più le acque procedèssero avanti nel loro lavoro di consolidazione. Supponiàmole ormài interamente consolidate, almeno all' esterno. Se, dove adesso esiste il piano dei laghi e dei mari, trovàssimo immense pianure di ghiaccio, intenderemmo senz' altro che quella conformazione di superficie è stata la conseguenza immediata della consolidazione dell'acqua e non fantasticheremmo di càuse misteriose che le avèssero così ben livellate. Perchè non dovremmo fare altrettanto, se ci imbattèssimo invece in colossali catene di monti? Io dirèi che, prima di promuòvere quistioni sull'orìgine di tali montagne, prima di andare in traccia di cataclismi che pòssano averle generate, si dovrebbe studiare se le montagne anch'esse non avèssero potuto trarre immediatamente la loro origine dalla consolidazione dell'acqua, e non fosse tanto naturale e tanto necessaria la loro formazione quanto avevam giudicato che il fosse quella delle pianure. Ed oltre alle montagne di ghiaccio, chi sa per quanta parte anche gli altri accidenti di configurazione della superficie terrestre troverèbbero la loro càusa e la loro spiegazione nel modo tenuto dall'acqua nel consolidarsi?

64. Ciò che si è detto per la futura consolidazione dell' acqua trova un esatto riscontro in quella oramài già tanto inoltrata dei silicati i quali fòrmano l'attuale inviluppo esterno della terra. Egli è pertanto nel modo di consolidazione di queste materie che noi dovremo

cercar principalmente le càuse dei diversi accidenti di configurazione che presenta il nostro pianeta; e, finchè non sia esclusa la possibilità che un dato fenòmeno geològico dipenda da questa prima semplicìssima càusa, non si dovrà cercarne altronde la spiegazione. Vèdesi dunque che il modo di consolidarsi dei grandi ammassi di materie lìquide costituisce il problema fondamentale della geologìa la quale se non potè mai rassodar le sue basi fu appunto perchè il detto problema, di cui la cognizione dovrebbe èssere il maggiòr lume di questa scienza, è stato finora interamente negletto.

65. I silicati che, colla loro consolidazione, prodùssero il più esterno inviluppo terrestre dièdero orìgine a rocce di struttura cristallina, e la consolidazione dei liquidi che prodùcono corpi di struttura cristallina è promossa da due càuse diverse, cioè, dal raffreddamento e dall' affinità delle parti già solidificate verso il liquido circostante.

66. È un curioso spettàcolo il vedere come i cristalli già formati vàdano rapidamente allungàndosi e ramificàndosi per la consolidazione del lìquido che tròvasi a contatto delle loro estremità; mentre al contrario tutto il rimanente persiste nel proprio stato di fìsica costituzione. Egli è perciò che tali lìquidi, invece di consolidarsi per strati paralleli come, per esempio, succede della cera, si consòlidano per propàggini che attravèrsano in ogni direzione tutta la massa, e la convèrtono in una spugna sòlida, imbevuta di lìquido. La materia che si solidifica forma nell'interno del lìquido un tessuto

reticolare, nel quale da principio le maglie sono in piccìol nùmero ed amplìssime, poi vanno sempre più moltiplicàndosi e stringèndosi, per il che la rete diventa assài fitta, e il lìquido vi si trova imprigionato a somiglianza di quello che è rinchiuso nei parenchimi dei vegetàbili o degli animali.

67. È d' altronde un fatto notissimo che, ad onta della forza spiegata dai cristalli già formati per trascinare la materia lìquida circostante a consolidarsi, non può aver luogo la consolidazione di questa, prima che la sua temperatura non sia discesa fino ad un certo lìmite ben determinato e che al di sopra di esso ogni consolidazione rimane impedita.

68. Da tali premesse discende una conseguenza, verificata dai fatti, e ch'io devo mèttere in rilievo, perchè molti interessanti fenòmeni di geologìa ne tràggono là spiegazione.

La consolidazione dei lìquidi che danno orìgine a corpi di struttura cristallina non può aver luogo con legge di continuità, ma invece deve procèdere per salti e con intermittenze più o meno rilevanti per la ragione che ora passo ad esporre.

Immaginiamo l' ammasso lìquido in uno stato di consolidazione già alquanto inoltrata; cosicchè l' inviluppo esterno sia completo, e il lìquido siasi ridotto ad occupare le maglie moltèplici dell'interno reticolato. La temperatura suppònesi bastantemente fredda perchè la consolidazione possa procèdere avanti di un passo. Allora milioni di molècole lìquide nell'interno di quella

massa si convèrtono in molècole sòlide aggrappàndosi ai cristalli già formati e facèndone crèscere la quantità. Ora, poichè la consolidazione è accompagnata da un considerèvole svolgimento di calore, e questo aumenta la temperatura di tutto l'ammasso e quindi della materia ancora liquida, è chiaro che il processo di consolidazione deve rimanere sospeso, finchè la temperatura siasi di nuovo depressa al grado di prima. Succede allora un altro atto di consolidazione, seguito da un'altra interruzione, e così di sèguito.

69. Mèrita qui che si prenda in considerazione il modo impiegato dalla Natura negli ammassi geològici per procurare la dispersione di quel calore sovrabbondante che ad ogni tratto impedisce il progresso della consolidazione.

Quando l'inviluppo sòlido ha raggiunto un considerèvole spessore, la dispersione del calore attraverso allo stesso in virtù della sua conduttività si fa con estrema lentezza, qualunque sia la materia di cui l'inviluppo è costituito. Che se poi, come avvien sempre pei silicati, questi inviluppi appartèngono ai cattivi conduttori, la dispersione del calore attraverso agli stessi è tanto minima, che si può considerare come nulla. Se adunque il calore per dispèrdersi non trovasse altra via, potremmo quasi asserire che non si disperderebbe mai, e che il progresso della consolidazione sarebbe per sempre impedito. Per dispèrdere questo calore e far progredire la consolidazione, l'artificio a cui ricorre la natura è riposto in ciò che nell'atto della consolidazione

diventa libera una certa quantità di materia aerea che prima stava disciolta nel liquido; la quale aria, mescolàndosi al liquido rimanente, in virtù della sua elasticità, lo rigonfia e ne fa crèscere notabilmente il volume; cosicchè, per l'espansione avvenuta, si esèrcita dall'interno all'esterno una gagliardissima, quasi irresistìbile pressione. In virtù di tal pressione si prodùcono molti curiosi e variati fenòmeni. Ora l'inviluppo cede e si solleva tumefacèndosi straordinariamente in alcuna sua parte e traendo seco, nel sollevarsi, tutte le materie che vi pòsano sopra e che alcune volte sono villaggi e città, o campagne coltivate, o colline e montagne. L'innalzarsi di queste regioni è lento e graduato e dura per sècoli tenendo dietro al progresso della sotterranea consolidazione di cui è l'effetto. Ora l'inviluppo non si muove, ma lascia scaturire da alcune sue aperture il liquido sovrabbondante; cosicchè questo, per quanto dura il processo interno di consolidazione, continua a recarsi all'aperto, accumulàndosi a poco a poco in grandi ammassi che finìscono a costituire le catene di monti o le prominenze vulcàniche.

La forza meccànica, necessaria a sollevare intere regioni, deve consumare un'enorme quantità di calore; epperò s'intende assài bene come a cagione di questo fatto la temperatura del lìquido interno, aumentata per l'avvenuta consolidazione, possa èssere prontamente ricondotta a quel basso livello che permette alla consolidazione di continuare. Quando invece è il lìquido che viene all'esterno, un'enorme quantità di calore si-

disperde rapidamente per irradiazione e pei moti idrostàtici dell'aria atmosfèrica fredda che continuamente si muta a contatto del lìquido caldo; oltrecchè poi vi sono copiose esalazioni di materie aeriformi che sòrtono dal lìquido dilatàndosi e quindi deprimèndone la temperatura.

70. Intanto per questo primo sguardo, gittato sul problema fondamentale della geologìa, abbiam già potuto rilevare quali stretti vìncoli annòdino i grandi movimenti geològici al processo di consolidazione del lìquido terrestre; essendo quelli nel tempo stesso la conseguenza della consolidazione avvenuta e il mezzo per cùi si rende possìbile che la consolidazione prosegua. È un effetto che per un particolare magistero della natura, invece di esaurire la càusa da cui procede, le procaccia il mezzo di riprèndere novello vigore.

Articolo VI.

Parallelo fra montagne e vulcani.

Due opposte opinioni circa il modo di spiegare gli antichi spostamenti del letto del mare — Dimostrazione che il letto del mare si è spostato per sollevamento — Differenze caratteristiche tra montagne e vulcani — Conformità e differenze nei processi di formazione delle montagne e dei vulcani.

71. Se molti movimenti geològici succèdono tuttavia sotto i nostri occhi, assài più ne dovèvano succèdere nei tempi antichi; ed anche di ciò abbiamo le prove, perchè i terreni ricchi di prodotti fòssili marini, onde sono ricoperti fino ad una grande altezza i fianchi delle montagne, dèvono èssere stati indubitatamente antichi fondi di mare.

Ora si dìsputa, se il letto del mare fosse anticamente ad una stazione più alta e si fosse poi ridotto alla stazione attuale pei cedimenti della crosta terrestre accompagnati da ripiegature di cui rimàngono visìbili le tracce nelle attuali montagne; o se il letto del mare fosse stato anticamente nella sua posizione attuale, e che solo alcune porzioni dello stesso sìano state sollevate per l'azione di quelle medèsime forze espansive che prodùssero le montagne.

72. I geòlogi da qualche tempo inclinano manifestamente verso la prima opinione; ond'è ch'io credo necessario di prènderla brevemente in esame per dimostrarne l'erroneità.

Intanto egli è certo che, rispetto alle prominenze vulcàniche le quali vanno tuttavìa clevàndosi sotto i nostri occhi per le materie eruttate, non cadrà in mente ad alcuno di sostenere ch'esse si fòrmino piuttosto per scoscendimenti del terreno circostante che non per l'azione di forze espansive. Non essèndovi più catene di monti in attualità di formazione, il dubbio, che non potè nàscere pei vulcani, ha potuto prèndere salde radici per la formazione delle montagne. E per tal modo s'insinuò nella gèologìa una curiosìssima opposizione per ispiegare due serie di fenòmeni che dovrèbbero pure èssere fra loro legati dalle più strette analogie. Infatti e montagne e vulcani sono grandi èscrescenze che spòrgono giganti al di sopra del medio livello della superficie terrestre. I vulcani si sono formati in conseguenza di forze espansive; dovranno proprio le montagne èssersi formate in conseguenza di forze di contrazione? Se tra le montagne e i vulcani esìstono tali differenze da esclùdere l'identità del modo di formazione, non vi sono però così grandi contrasti da indurci a crèdere a due modi di formazione in completa opposizione fra loro. Ciò si potrebbe ammèttere soltanto quando paragonàssimo una catena di montagne con una catena di grandi cavità.

Gli esperimenti praticati coi liquidi plutònici mèttono assài bene in chiaro la cagione delle accennate differenze e fanno conòscere come, non solo i vulcani, ma ben anche le montagne dèbbano ripètere la loro origine dall'azione di forze espansive.

73. Nei monti vulcànici esiste una tal disposizione di materie che in mezzo all'intreccio e alla sovrapposizione delle lave riesce possìbile il distinguerne le varie correnti, seguirle bene spesso fino alla loro orìgine, e riconòscere il luogo dal quale scaturìrono e traboccàrono. Invece sulle montagne non tròvasi alcuna traccia di materia traboccata: le pareti per grandìssimi tratti hanno superficie pressochè piane e, generalmente parlando, tèrminano all' alto in corpi acuminati, guglie, picchi o denti, congiunti fra loro da creste, le quali anch' esse verso la sommità vanno in singolar modo assottigliàndosi. Considerata la natura di queste forme, s'intende senz'altro che le montagne non pòssono èssere state prodotte per eruzioni di lave.

74. Studiando come si consòlidano i liquidi i quali tèngono in dissoluzione considèrevoli quantità di materie aeree, troviamo verificarsi tutti i varii modi accennati superiormente per la dispersione del calore generato nell' interno in conseguenza del processo di consolidazione.

Qualche volta altro movimento esteriormente non apparisce, fuorchè una lenta, graduale, considerèvole tumefazione di una parte limitata del superiore inviluppo. Altre volte invece il lìquido esce all'aperto, spìntovi dalle forze espansive che si gènerano internamente. E in questo caso, ora il lìquido sgorga con ìmpeto, in masse considerèvoli, a getti intermittenti, e prima di consolidarsi trabocca e scorre, riproducendo esattamente il fatto delle eruzioni vulcàniche: ora invece scaturisce

tranquillo, senza alcuna intermittenza, e con sì piccola velocità che il moto non si ravvisa. Il lìquido che pare stazionario è in preda ad un moto di continuo trasudamento in virtù del quale dà origine a prominenze che vanno crescendo colla tranquillità e colle apparenze con cui si sviluppa un vegetàbile, e col crèscere vanno rastremàndosi, e si modèllano nelle loro parti superiori a picchi, a guglie, a creste, e qualche volta a pianure quasi orizzontali, cosicchè riprodùcono esattamente le forme delle montagne in tutte le loro particolarità.

Gli esperimenti pertanto c'insègnano che gli attuali fenòmeni dei vulcani, così come i fenòmeni antichi della formazione delle montagne, pòssono èssere prodotti in conseguenza di due diversi mòdi di comportarsi della medèsima forza espansiva. Ammesso che le montagne fùrono il prodotto della forza stessa che tuttavìa lavora sotto i nostri occhi alla produzione dei fenòmeni vulcànici, noi conosciamo ciò che stabilisce l'origine comune, il punto di congiunzione, la stretta parentela, fra le due serie di produzioni. Ciò che le distingue, ciò per cui l'una serie di produzioni si discosta dall'altra, è riposto unicamente nel diverso modo con cui la forza espansiva potè operare. Quando l'effetto di questa forza fu la comparsa di un lìquido all'esterno che continuò a gèmere per un tempo lunghìssimo, con calma, con lentezza, con uniformità, senza alcuna interruzione, allora èbbero orìgine le montagne; quando invece il lìquido esce all'esterno con ìmpeto, a guisa di correnti discontinue, allora hanno orìgine i vulcani.

Articolo VII.

Come le osservazioni geològiche condùcano naturalmente alla geologìa sperimentale.

Per quali ragioni il liquido terrestre un tempo diede origine alle montagne ed ora non produce che vulcani — Fenòmeni geològici *normali* e *modificati* e fenòmeni che generalmente si confòndono coi geològici mentre non lo sono — Divisione della materia — Vantaggi che si avrèbbero se si potèssero confrontare tra loro i fenòmeni geològici di molti diversi pianeti — Come si dimostra che i fenòmeni geològici che si còmpiono sulla nostra terra si pòssono spesso considerare così indipendenti gli uni dagli altri come se si fòssero verificati sulla superficie di pianeti diversi — Come i fenòmeni geològici ci fanno comprèndere la possibilità di studiare la geologia sperimentalmente — In qual modo si può allargare la cerchia degli esperimenti geològici — Con quale espediente si potèrono vincere d'un sol tratto tutte le difficoltà che si opponèvano a poter moltiplicare e volgarizzare gli esperimenti geològici — Invito ai naturalisti di voler prèndere in considerazione la geologia sperimentale e di non voler condannarla con troppa fretta e senza conòscerla come han fatto finora — La disapprovazione dei geòlogi non ha potuto scuòtere la mia fede sulla bontà della teoria plutònica e sul suo finale trionfo.

75. Abbiamo fatto conòscere in che consistano le montagne ed i vulcani, in che si rassomiglino, in che differiscano fra loro. Resta a dire per qual motivo la formazione delle montagne sia già da lungo tempo compiuta, mentre invece è tuttavia in vigore la formazione dei vulcani: resta ad assegnare le càuse, per le quali il liquido terrestre lavorò un tempo ad edificare montagne, ed ora invece ha cambiato metro e fàbbrica soltanto vulcani: resta a mèttere in chiaro come la distribuzione relativa delle montagne e dei vulcani

sulla superficie terrestre, sia effettivamente quella che in tutto corrisponde alle càuse che andremo segnalando.

76. Ma, per far ciò con òrdine e con chiarezza, dovremo prima di tutto nello studio dei fenòmeni geològici distinguere accuratamente ciò che ad essi appartiene come conseguenza necessaria delle càuse che li hanno prodotti, da ciò che invece presèntano per l'azione di forze che accidentalmente intervènnero a combàttere quelle càuse, modificàndone, o mascheràndone gli effetti: voglio dire che dapprima dovremo occuparci della conformazione che necessariamente avrebbe dovuto assùmere la superficie terrestre, se non avèssero operato sovra di essa le forze modificatrici provenienti dalla presenza dell'acqua, dell'aria e degli èsseri organizzati, e poi dovremo separatamente tener conto delle modificazioni che l'azione incessante di queste forze ha dovuto produrre. E tanto maggiormente insisto sulla necessità di questa fondamentale distinzione, in quanto che molti insigni geòlogi la trascùrano affatto, e si compòrtano come se credèssero che, tolti dalla terra l'acqua, l'aria e gli èsseri organizzati, la geologia dovesse restarne immiserita, anzi quasi annichilata. Distingueremo pertanto i fenòmeni geològici in *normali* e *modificati*. Appartèngono alla prima categoria tutti quelli che sono una conseguenza immediata della consolidazione del liquido che prima distendèvasi liberamente sulla superficie del pianeta. Gli altri sono costituiti dalle modificazioni indotte nei primi dall' azione di forze estranee a quelle che si svòlgono nell'atto della consolidazione.

Queste forze modificatrici, sulla superficie del nostro pianeta, sono rappresentate dall'acqua, dall'aria e dagli èsseri organizzati. Vi sono infine molti mutamenti che si prodùcono sulla faccia del globo per l'azione esclusiva di queste ùltime forze; ma tali mutamenti sono da esclùdersi affatto dal nòvero dei fenòmeni geològici; poichè si còmpiono sopra materie disgregate le quali fòrmano piuttosto un indumento della terra che una parte integrante del suo organismo, e tèndono piuttosto a repristinare la figura normale che ad alterarla, più a cancellare le tracce degli antichi fenòmeni geològici che a produrne dei nuovi.

77. In due diversi capi di questa sotto-sezione si vedranno presi distintamente in considerazione prima i fenòmeni geològici normali e poscia i fenòmeni geològici modificati. Facciàmoci intanto a considerare se mai si trovasse una qualche guida valèvole a farci distìnguere con sicurezza gli uni dagli altri.

78. Se un nùmero considerèvole di pianeti fosse alla portata degli studii dei geòlogi, questi, accuratamente esaminàndoli, troverèbbero alcuni fenòmeni comuni a tutti, ed altri invece affatto diversi fra l'un pianeta e l'altro. Sarèbbero autorizzati a crèdere che questi ùltimi fòssero riusciti diversi pel diverso intervento delle forze modificatrici e che gli altri fòssero rimasti uguali per èssere stati gli effetti inalterati delle forze normali. Ma quali sono i pianeti alla portata degli studii dei geòlogi? Questi investigàrono la superficie della terra, e potèrono molto da lontano, coll'ajuto dei telescopii, rivòlgere

qualche occhiata furtiva alla superficie del sole e della luna. È poco, assài poco per poter distinguere con sicurezza i fenòmeni geològici normali dai fenòmeni modificati; pure il loro studio comparativo avrebbe già potuto fornire ad essi una qualche ùtile nozione, e pòrgere un qualche lume che meritava di non èssere trascurato. Coloro, per es., i quali crèdono indispensàbile il ministero dell'acqua alla produzione dei fenòmeni geològici fondamentali, non hanno mai veduto, non sentirono mai a dire, che sulla superficie della luna vi sono montagne e vulcani? Eppure è generalmente ammesso che nel nostro satèllite l'acqua non esista.

Non è a dirsi quanto ci avrebbe guadagnato la geologia, se avesse potuto studiarsi sopra molti diversi pianeti e se specialmente l'avèssimo potuta studiare sui piccoli asteròidi che sotto il nome di bòlidi vèngono spesso a visitarci cadendo sopra la terra. In tal caso avremmo potuto completare lo studio dei fenòmeni superficiali coll'esame dei fenòmeni interni, e, spezzato l'asteròide, anatomizzarlo in tutte le sue parti e mèttere in chiaro i rapporti che necessariamente dèvono esistere tra le forme assunte al di fuori e la struttura interiore. Però anche un tale studio ci è vietato da ciò che i bòlidi, prima di cadere, per lo sfregamento contro la nostra atmosfera che notabilmente li riscalda, subìscono un principio di fusione e, scoppiando, piòvono sulla terra, divisi in piccoli frantumi.

Respinti anche da questa parte, cerchiamo di supplire al bisogno con altri espedienti.

79. In mancanza di moltèplici pianeti, su cui praticare i nostri studii in circostanze svariate, non potremmo ottenere ugualmente l'intento, immaginando la terra frazionata in parti numerose l'una dall'altra indipendenti, le quali si potèssero considerare come tanti pìccoli pianeti l'un dall'altro divisi? Quando il liquido terrestre, sgorgato dalla bocca di un vulcano, si accùmula in qualche gran cavità, ove poi si consòlida, non ci potrebbe fornire un mezzo opportunìssimo per studiare i fenòmeni che si prodùcono alla sua superficie in conseguenza della sua consolidazione? Il chiaro Stoppani, nelle sue *Note ad un corso annuale di geologìa,* accenna due volte ad osservazioni di questa natura. Dice al § 807 del Vol. I: » Dove la lava si » arrestasse formava monti di scorie, di sassi o di » àlberi, e mostrava tale attività, per lo sprigionarsi » dei gas dal suo interno, che *si sarebbe detto* esìstervi » altrettanti crateri vulcànici », ed al § 822 si esprime nel modo seguente: » Il raffreddamento delle lave av» viene con grande sviluppo di vapori e di gas, per » cui, se ella si accùmula entro naturali bacini, come » avviene spesso, tutta ne ribolle, e si fòrmano dei » coni e dei crateri, che si *crederèbbero* veri coni o » crateri vulcànici. Alcuni di tali coni hanno la forma » di rigonfiamenti, quasi prodotti, secondo Scrope, da » ammassi di vapore riuniti a formare una gran bolla, » che scoppia a suo tempo. Altri ritràggono la forma » degli ordinarii coni detrìtici, producendo i gas, nello » svilupparsi, vere eruzioni di scorie e di lave ». Ora

io domando, poichè l'autore citato ammette che in quest'ùltimo caso si prodùcano *vere* eruzioni di scorie e di lave, che cosa gli ha fatto mèttere due volte in dubbio che quèi fenòmeni, che avèvano l'apparenza di *veri coni* e *crateri vulcànici,* non fòssero, senza alcuna restrizione, veri coni, e crateri vulcànici effettivi? Per me la cosa non lascia luogo ad alcuna dubbiezza, e, dal vedere che un po' di lava isolata produce in pìccolo nel consolidarsi coni e crateri vulcànici ed eruzioni di scorie e di lave, traggo la conseguenza che anche nei grandi ammassi di lave, accumulate nell'interno della terra, in virtù della consolidazione dèbbano prodursi in grande i medèsimi fenòmeni, d'onde lo sprigionarsi dei gas che gènerano i coni e i crateri vulcànici, e promuòvono le eruzioni delle scorie e delle lave.

80. **Intanto è un bel fatto, assài bene constatato e preziosìssimo per lo studio della geologìa, che pìccole quantità di lave, nel consolidarsi, pòssano produrre fenòmeni paragonàbili ai grandi fenòmeni geològici che si verificano sulla superficie della nostra terra. V'è in questo fatto un germe che manifèstasi fecondo delle più importanti conseguenze. Se ogni cùmulo di lava può èssere considerato come un vulcano particolare, più non ci mancherà il mezzo di estèndere i nostri studii sopra una moltitùdine di vulcani diversi, indipendenti l'uno dall'altro, e attivi in circostanze così svariate, come se appartenèssero a pianeti differenti. Per maggior comodità di studio e a meglio variar le circostanze, ci sì presenta anche il mezzo di riprodurre**

i fenòmeni vulcànici nei nostri laboratorj, fondendo espressamente la lava, per osservar ciò che succede nell'atto della sua consolidazione; ed ecco che, quasi senza avvedèrcene, siamo passati a studiare i fenòmeni geològici per via sperimentale.

81. Con ciò viene aperto agli esperimenti un campo assài più esteso di quanto a primo aspetto si poteva crèdere; perchè, se colle lave fuse ci procuriamo la possibilità di riprodurre sperimentalmente nei nostri gabinetti la serie dei fenòmeni vulcànici, fondendo invece i materiali che costituìscono le montagne, ci procureremo il mezzo di studiare i fenòmeni della loro formazione, ai quali senza di ciò ci era vietato di assistere, perchè sulla terra nostra da lunghìssimo tempo le montagne hanno cessato di spontaneamente prodursi. Che se col mezzo del calore artificiale, riportando la materia del granito allo stato in cui si doveva trovare sulla superficie della terra prima che si consolidasse, vedèssimo nell'atto della consolidazione sòrgere dalla sua superficie vere catene di pìccoli monti, avremmo già un fatto, che renderebbe estremamente probàbile che le montagne siano sorte dalla superficie della terra unicamente in conseguenza della consolidazione della materia di cui sono formate, ed avremmo già un mezzo sperimentale di analizzare quel grande fenòmeno in tutta la sua estensione e nelle sue più diverse circostanze.

82. Gli accennati esperimenti sono realmente possìbili; ma stante le altìssime temperature che richièdono sono anche di una grandìssima difficoltà. Dovremo

perciò darci tosto per vinti, e rinunciare per lo studio della geologìa ai mezzi sperimentali che pure ci si presèntano al pensiero come promettitori di larghìssimi frutti? Non perdiàmoci di coraggio, cerchiamo e tentiamo. Se si potèssero trovar corpi affini alle lave ed ai graniti e che, fondèndosi a temperature moderate, potèssero nel consolidarsi produrre tutta la serie dei fenòmeni geològici principali, non solo avremmo d'un sol tratto superate tutte le difficoltà e posti gli esperimenti geològici alla portata comune, ma avremmo altresì risolta una questione fondamentale importantìssima, dimostrando come i fenòmeni geològici dipèndano, non tanto dalla qualità della materia da cui fùrono prodotti, quanto da certe particolari circostanze, in cui molte diversìssime qualità di materia pòssono èssere collocate.

Questo è ciò che avvenne a me di poter eseguire, non già pel mèrito, abbastanza raro, d'aver fatto un buon ragionamento; ma invece solo per un fortunato accidente, mentre cercava tutt'altra cosa, come schiettamente dichiaràì nel mio *Studio sperimentale sull'orìgine delle montagne. Nozioni preliminari. Artìcolo V.*

83. Perdonàtemi, o geòlogi italiani, se io, quantunque non sia geòlogo, m'imbattèi in un ritrovato che spande una luce vivìssima sui fondamenti della scienza, ed è destinato a mètterla per la prima volta sulle sue vere basi. Voi conoscete la precisa ubicazione di tutte le montagne e di tutti i vulcani, voi chiamate col loro nome proprio tutte le pietre diverse, voi sapete raccontare la storia d'ogni foglia e d'ogni conchiglia, di tutti

i vegetàbili e di tutti gli animali che s' incòntran rinchiusi nelle rocce terrestri. Io, pur troppo, non so nulla di tutto ciò. Allorquando mi trovo al vostro cospetto, sopraffatto da tanta sapienza, rimango tìmido e rispettoso ad ascoltarvi, e quasi non oso farvi sentir la mia voce: fu un danno per la scienza che la mia scoperta non l' abbiate fatta voi; ma infine, se l' ho fatta io, non credo perciò di avervi offeso, e parmi che potreste degnarvi, almeno su questo solo particolare, di prèndere in qualche considerazione i mièi pensamenti discutèndoli con me per accordarci poi tutti in una sola sentenza. Io non ho mai saputo rèndermi ragione dell'altiera noncuranza con cui mi avete sempre trattato. Molti anni ho desiderato invano di potervi persuadere ad assìstere a mièi esperimenti, e, quando sotto la pressione della pùbblica opinione mi avete onorato di una vostra visita, un solo sperimento vi parve già troppo, nè mai avete chiesto di vederne un secondo (1); eppure credeste di poter dichiarare che i fenòmeni geològici sono molti e molto complicati, e che il mio esperimento, non avèndone imitato che un solo, non provava nulla. I mièi esperimenti per sòlito riprodùcono in un sol tratto più d'un fenòmeno geològico; ma non dissìmulo che, a produrne la serie completa, occorre di farne parecchi. Del resto, se non è attendibile un tal giudizio, pronunciato

(1) Negli esperimenti che praticài ultimamente a Milano nel 1868, alcuni geòlogi mi onoràrono più d'una volta della loro presenza, ma non si aperse con essi alcuna discussione e nulla si concluse.

dopo di aver visto di fretta un solo esperimento; che si dovrà dire di coloro che si avventùrano a giudicarmi senza averne mai visto nessuno? Io so che non avete mai potuto produrre alcun fatto il quale sia in contraddizione colla mia teorìa, e so ch'io posso citarvi cento fatti i quali non si pòssono spiegare fuorchè con essa. Quando Aristòtile stimmatizzò con due righe quèi disgraziati Pitagòrici i quali sostenèvano il moto della terra, appoggiò il suo ragionamento ad un fatto, quello dell'apparente immobilità annua delle stelle fisse, che con quell'opinione sembrava inconciliàbile; mentre voi mi condannate, laconicamente del pari, ma dopo aver citato fra tutti i fatti geològici quello che meglio consente colla mia teorìa, quello che mi somministra il migliore argomento per stabilirla sopra sòlide basi. Le parole adoperate dallo Stoppani al § 822, e ch'io di sopra citài, non potrèbbero, per la natura del fenòmeno descritto, riescir più favorèvoli alla mia teorìa: ecco pertanto che cosa si legge proprio di sèguito a quelle parole: » Il gruppo di coni, formati sulla superficie della » lava del Vesuvio nel 1855, disegnato da Schmidt, ne » presenta dell'uno e dell'altro gènere. Coni, formati » sopra una espansione di lava, èrano certamente i mille » hornitos del Jorullo. È la proprietà, che si palesa in » molte miscele di sostanze fuse, *già* sperimentate. Le » famose sperienze del Gorini non par che èscano dal- » l'angusta cerchia di un fenòmeno, il quale non può » vantare che una parte *accidentalìssima* nella forma- » zione delle montagne ». Come mai un fenòmeno, a

cui si attribuisce la formazione dei mille hornitos del Jorullo e che si riconosce capace di produrre pìccoli vulcani quando la lava è in pìccola quantità, non ne produrrà più, nè di pìccoli, nè di grandi, quando la lava è in quantità considerèvole? Come mai questo fenòmeno, che in molte miscele di sostanze fuse *già* sperimentate, si riconosce atto a produr pìccole montagne, perderà questa proprietà, quando la miscela è precisamente quella che fornì la materia delle montagne naturali? Prima di me, i Naturalisti non pensàvano nemmeno che questo fenòmeno potesse prèndere una parte qualunque alla formazione delle montagne; ma, dopo ch'io scrissi un libro ed istituìi numerosìssime esperienze per dimostrare che esso è il solo fenòmeno che prende una parte essenziale a quella formazione, comìnciano ad occupàrsene; ma in verità nelle concessioni che mi fanno, non si pòssono accusare di soverchia precipitazione. Ammèttere che quel fenòmeno potesse prèndere una qualche parte accidentale nella formazione delle montagne era già un passo alquanto azzardato; bisognava procèdere gradatamente ed accontentarsi per ora, in un modo dubitativo e quasi negativo, della parte *accidentalìssima.* Io non posso crèdere che il chiaro Stoppani sia stato mosso ad emèttere una così dura sentenza da quella specie di broncio che alcuni mi tèngono, perchè finora non ho potuto pubblicare la composizione de' mièi plutonj; mentre egli colle sue molte miscele di sostanze fuse, *già* sperimentate, non può sentire alcun bisogno di una tal comunicazione.

64. Mi era lusingato qualche volta d'aver guadagnato alla mia teorìa il voto di qualcuno dei luminari della scienza, come quando l'illustre Àngelo Sismonda, dopo aver veduto un mio esperimento, mi formulò nel modo seguente la sua opinione: » Io penso che tra i » vostri esperimenti ed i fenòmeni geològici vi sia iden- » tità di càuse ed analogia di effetti », o quando il lodato Sig. Stoppani difendeva in mia presenza la mia teorìa contro le obbiezioni, che ad essa andava promovendo un suo egregio collega; ma pare che i fatti posteriori non àbbiano corrisposto a tali precedenti; cosicchè a difèndere questa bersagliata teorìa, colla persuasione ch'essa abbia a trionfare di tutte le opposizioni, mi trovo tuttavìa sulla breccia, soldato e generale, combattente da solo. Ed ho tanta fede nella forza della verità che, dopo un quindicennio di disinganni, continuo ancora a sperare che la mia dèbole e solitaria voce finirà per èssere intesa e che all'ùmile non-geologo sarà riserbato il vanto di avere indicato ai maestri di geologìa come la geologìa debba èssere studiata.

CAPO SECONDO

FENÒMENI GEOLÒGICI NORMALI

Articolo I.

Il lìquido terrestre ed i suoi primi movimenti.

Come doveva comportarsi il lìquido terrestre, stante la sua natura complessa, nei primordj della sua consolidazione — Come il lìquido terrestre possa mantenersi scorrèvole anche a temperature moderate — Con quali fenòmeni viene iniziata la definitiva consolidazione del lìquido terrestre — La consolidazione principia ad èpoche diverse secondo la diversa profondità del lìquido — Come appàrvero le prime differenze di livello nelle diverse regioni terrestri.

85. Dobbiamo col pensiero riportarci all'època nella quale la sìlice e i silicati, separàtisi dall'atmosfera, giacèvano lìquidi roventi sulla superficie della terra di cui riempìvano le cavità: dobbiamo sorprèndere questi lìquidi ai primordj della loro consolidazione; perchè egli è appunto negli atti diversi della consolidazione accennata che riscòntransi i germi di tutti i fenòmeni geològici dei quali dobbiamo in questo capo occuparci.

86. Quèi lìquidi, che spesso per brevità chiameremo col nome genèrico di lìquido terrestre, non èrano come l'acqua una materia omogenea e chimicamente pura; ma bensì il miscuglio di molti silicati diversi ed anche di altre sostanze, tutte dotate di differenti proprietà e consolidàntisi a temperature diverse: perciò la più refrattaria, consolidàtasi per la prima, rese il lìquido meno scorrèvole e più consistente, come se lo si fosse impastato con una considerèvole quantità di finìssima pòlvere. E, mentre compièvasi questo primo atto di consolidazione, vedèvasi il lìquido rigonfiarsi e crèscere di livello per la notàbile quantità di materie aeree che sprigionàvansi dalle molècole consolidàntisi. Il rigonfiamento, facendo spesso traboccare il lìquido, era cagione ch'ei si spandesse e si dilatasse a ricoprire tutt'all'ingiro spazj che prima èrano allo scoperto. E qui si noti come il lìquido che sormontava il primitivo livello e si spandeva all'intorno, spremuto fuori dall'impasto inferiore, doveva ritrovarsi meno ricco che quest'ùltimo della materia già consolidata. A questo modo si produsse una prima separazione di materie, la quale per altro si effettuò senza alcun salto, ma per mezzo di passaggi graduati ed insensìbili.

Dopo una prima materia consolidàtasi, può consolidàrsene una seconda. Il lìquido diventa con ciò più vìscido e più pastoso: il rigonfiamento succede una seconda volta e gènera una più estesa inondazione ed un'altra separazione di materie, recàndosi sempre le più depurate a galleggiare sulle altre ed a distèndersi

alle maggiori distanze. Quando nell' atto del rigonfiamento si fòrmano tutt' all'ingiro pareti sòlide capaci di contenere il lìquido e d' impedire la sua dispersione, cèssano le inondazioni laterali e il lìquido va recàndosi sempre più in alto. Questi atti di parziale consolidazione pòssono replicarsi molte volte, stante le diverse qualità di materie esistenti nel lìquido, senza che perciò questo cessi di èssere pastoso e scorrèvole, senza che perciò s'impigli ed irrigidisca a guisa di un sòlido.

87. Perchè la materia mantèngasi allo stato di una pasta scorrèvole può bastare che rimanga lìquido uno solo de' suòi varj elementi, e quando questo abbia il suo punto di consolidazione ad una temperatura non molto elevata, anche la materia si conserverà scorrèvole ad una poco alta temperatura.

88. Per le dette ripetute inondazioni gran parte della terra, forse anche tutta, finì per èssere sommersa; frattanto le temperature avèvano talmente diminuito ch'era ormài possìbile che la superficie si rapprendesse in una sòlida crosta, e che nell'interno avesse principio il processo di una vera e definitiva consolidazione.

89. Formàtasi la superiore corteccia e imprigionato il lìquido in uno spazio da ogni parte limitato, le materie aeree, svolgèntisi nell'interno, èrano impedite dal dispèrdersi liberamente e quindi, mescolàndosi alle molècole della materia non ancora consolidata, enormemente la dilatàvano; cosicchè si producèvano all'esterno i varj fenòmeni che più sotto prenderemo a considerare. Ora ci giova prima di tutto mèttere in chiaro come

questo lavoro di definitiva consolidazione non poteva procèdere di pari passo su tutta quanta la superficie della terra; poichè, essendo assài diverse le circostanze in cui le sue diverse parti si ritrovàvano, era naturale che per ciascuna di esse la consolidazione si effettuasse secondo norme diverse.

Dove il liquido aveva più tenue spessore, più prontamente incominciò il lavoro interno di consolidazione; dove invece lo spessore era grandissimo, il lavoro di consolidazione non potè aver principio che molti e molti sècoli più tardi. A norma del vario spessore il lìquido e la crosta si divìsero in varie frazioni, l'una dall'altra indipendenti, e vìdesi, pel rigonfiarsi diverso delle diverse masse di lìquido, salire il terreno consolidato ad altezze diverse. Più prontamente recàvasi all'alto quel terreno sotto cui il liquido avèa più pìccolo spessore; poi l'altro, che saliva in ritardo, poteva spesso raggiùngere altezze maggiori. Così compàrvero sulla superficie della terra al di sopra dei mari silicei le prime grandi differenze di livello.

90. Ma questo movimento generale delle diverse porzioni della cortеccia terrestre non poteva procèdere oltre indefinitamente; imperocchè, di mano in mano che la consolidazione progrediva nell'interno, diventàvano più numerosi, più saldi e più tenaci i vìncoli che assicuràvano la corteccia superiore alle pareti laterali e al fondo immòbile del vastìssimo vaso.

91. I fenòmeni, che si prodùssero dopo, forniranno la materia degli artìcoli seguenti.

Articolo II.

Formazione delle montagne.

Rigonfiamenti della crosta terrestre a spaccature ramificate disegnanti le tracce delle future montagne — Per qual motivo nella formazione della montagne il liquido lavora con legge di continuità senza impeti e senza interruzioni — Altezza differente delle montagne che vanno simultaneamente formàndosi — Le montagne che sòrgono da un tronco comune finiscono nel loro avolgimento a rèndersi affatto indipendenti — Come l'esposta teoria presti fàcili e spontanee spiegazioni di tutti i principali fenòmeni presentati dalla montagne — Come si spiega la renitenza mostrata dai geòlogi nell'accògliere una teoria dotata di così esuberanti prove di verità — Quali sono le condizioni in cui doveva trovarsi il liquido terrestre acciocchè consolidàndosi producesse le montagne — Ragione delle èpoche diverse in cui si formàrono le diverse catene di monti — Perchè la formazione delle montagne non sia più in corso di attività — Quali sono le càuse dei terremoti nella regioni montuose.

92. Tosto che la crosta formàtasi al di sopra del lìquido terrestre consolidàntesi potè nella sua totalità resìstere alle spinte sotterranee, lo svolgimento ulteriore delle arie e il rigonfiarsi del lìquido concentràvano ogni loro effetto lungo una linea determinata intorno alla quale la crosta andava lentamente tumefacèndosi; appena che il tumore era sensibilmente cresciuto, lo si vedeva percorso per tutta la sua lunghezza nella parte più prominente da un'esilìssima fenditura; questa andava sempre più allargàndosi coll' aumentare della tumefazione, e mandava ramificazioni trasversali che discendèvano fino alla base, e anch'esse nel distèndersi si ramificàvano. Il tumore era adunque tutto screpolato;

e le screpolature presentàvano la disposizione di rami partenti da un tronco d'àlbero, di ramoscelli uscenti dai rami e dei picciuoli delle foglie pullulanti dai ramoscelli. La screpolatura maestra si era talmente ingigantita, aveva sì fattamente spalancate le sue fàuci che, se in lunghezza poteva vìncere il corso dei maggiori fiumi, rappresentava per la larghezza un bàratro capace d'inghiottire estese regioni. Le screpolature laterali degli òrdini successivi andàvano gradatamente impiccolèndosi così nell'una come nell'altra dimensione. Era la disposizione istessa secondo la quale vediamo ramificarsi varie grandi catene di monti, se non che là apparìvaci in cavo quanto queste ci presèntano in rilievo. Infine in questa rete di screpolature, spinto dall'incessante interna pressione, dovette insinuarsi il lìquido terrestre, poi crèscere e distèndersi in modo da riempirle e da traboccare, e finalmente rappigliarsi dappertutto alla superficie, pur trasudando da innumerèvoli punti con lento continuato gemizìo, in modo da produrre al di sopra dell'antico rigonfiamento enormi ammassi, allineati lungo tutta la screpolatura principale e tutte le sue ramificazioni. Questi ammassi, che per tal guisa a migliaja pullulàrono dall'interno, congiunti alla base, divisi e rastremati verso l'alto, terminanti alla sommità colle note caratterìstiche forme delle montagne, costituìscono una catena di monti.

93. Come le montagne, formàndosi, àbbiano potuto aumentar la propria mole con moti lenti e quasi impercettìbili, a somiglianza di quanto si verifica nello

sviluppo dei vegetàbili, fu da me posto in chiaro nel mio *Studio sperimentale sull'origine delle montagne* al § 100 e successivi; pure non rèputo cosa superflua il trattenermi qui ancora alcun poco a più minutamente analizzare la càusa per la quale nell'alimentazione delle montagne l'efflusso del liquido fu lento e regolare, senza salti, senza interruzioni e senza remittenze.

91. Abbiamo già stabilito il principio che la consolidazione del liquido terrestre debba necessariamente còmpiersi con un processo intermittente, e che la forza espansiva, la quale spinge il lìquido ad uscire, si gèneri nell'interno della cavità plutònica ad intervalli, ogni qual volta ha luogo un nuovo atto di consolidazione. Pare pertanto che anche il lìquido delle montagne dovesse comparire all'esterno intermittentemente e non con legge di continuità. Le spinte interne succèdono di fatti saltuariamente ad intervalli di tempo determinati; ma il lìquido, per giungere all'esterno, deve attraversare per un grandìssimo spessore una fittìssima rete di materia consolidata, nelle cui maglie s'insinua, s'ingolfa e s'impiglia. Gli innumerèvoli pìccoli attriti che soffre ne' suòi movimenti, ne rallèntano la velocità quand'ei dovrebbe uscire con ìmpeto, e non permèttono che cessi dal mùoversi, o che retroceda, quando cessa l'interna forza che spingèvalo fuori. In somma il moto, dovendo còmpiersi attraverso a tanto cùmulo di resistenze, si trasmette di strato in strato con molta lentezza; cosicchè negli strati esteriori persiste il moto trasmesso dagli strati più interni per tutto il tempo

necessario affinchè durante l'interruzione delle spinte ei non possa languire. Le resistenze in questo caso fanno l'ufficio di un volante; sèrvono di moderatrici del moto, e lo rèndono lento, regolare ed uniforme.

95. Nel detto modo innumèrevoli montagne vanno formàndosi simultaneamente pel lìquido che dall'interno accorre ad alimentarle. Dopo qualche tempo sulla base, dapprima comune di tutte queste montagne, si vede sòrgere una legione di tronchi separati i quali pel lavoro del lìquido sono portati ad altezze differenti. Così ci si presenta sotto gli occhi uno strano spettàcolo piucchè mai meritèvole di fermar la nostra attenzione. Abbiamo visto che nell'interno vi è una gran cavità piena di lìquido; ora vediam questo apparire all'esterno sugli altipiani delle montagne tronche le quali si vanno formando. Ciò che spinge il lìquido a salire fino alle sommità di quelle montagne è la forza espansiva che si gènera nell'interno della cavità per càusa della progrediente consolidazione; ora parrebbe che, spinto da per tutto a salire dalla medèsima forza, dovesse il lìquido giùngere allo scoperto con velocità tanto più grande quanto fosse mìnore l'altezza ch'esso è obbligato di superare: invece per quanto sìano diverse le altezze a cui si reca, lo si vede uscire con una velocità piccolìssima e sensibilmente invariàbile. A spiegare questo fenòmeno bisogna prima di tutto riflèttere che la spinta interna è molto grande e più che sufficiente a vìncere l'aderenza del lìquido entro la spugna sòlida ove è annidato, e a smuòverne tutta la massa per quanto sia grande l'altezza;

epperò il lìquido alla sommità della prominenza si metterà in movimento ed uscirà: d'altronde per la molteplicità e la qualità delle resistenze, per quanto sia breve il tratto che gli tocca di percòrrere entro la spugna sòlida, non potrà mai uscire con ìmpeto, nè con una velocità misuràbile. Essendo adunque nell' un caso e nell'altro mìnime le velocità, se anche tra l'una e l'altra vi sono mìnime differenze, queste non appariscono. C'è inoltre da considerare che il lìquido si espande anche in ciascuna delle prominenze in corso di formazione e che l'espansione così generata cresce coll'altezza della prominenza; cosicchè il moto del lìquido in ciascuna di esse è cagionato dalla spinta generale, uguale per tutte, aumentata da quella che si svolge nel proprio interno la quale, essendo maggiore nelle maggiori prominenze, ajuta a vìncere la maggior resistenza. Per ùltimo si deve por mente al fatto importantìssimo che, col procèdere della consolidazione, non solo si stabilìscono spiccate separazioni nelle prominenze esterne, ma anche l'interna cavità tende a divìdersi in tante càmere distinte quante sono le prominenze che il lìquido deve alimentare; cosicchè ciascuna prominenza finisce coll'avere il suo serbatojo di lìquido in una cavità particolare, senza alcuna comunicazione con quello delle cavità circostanti.

96. Questa indipendenza delle varie cavità, quando è bene stabilita, si riconosce all' esterno per mezzo di varj fenòmeni, che ne pòngono in chiaro l'esistenza in un modo indubitàbile. Finchè le cavità sono fra loro

in comunicazione, ogni piccolo accidente, che turbi il regolare afflusso del liquido in una prominenza, manifesta simultaneamente il suo effetto sovra tutte le altre, e il liquido si vede scomparire e ricomparire in tutte nel medèsimo tempo: invece, quando, per esempio, sia scossa dal terremoto una prominenza, la quale non abbia comunicazione che con alcune, lo scomparire del liquido non si presenta che in queste, rimanendo inalterato il processo di formazione in tutte le altre.

97. Seguendo questa via e studiando altri fenòmeni anàloghi ai descritti, che assài frequentemente si presèntano nelle prominenze in corso di formazione, v'è il modo di assicurarsi che, col progredire della consolidazione, tutte le prominenze divèntano indipendenti l'una dall'altra e che per conseguenza la cavità generale deve èssersi suddivisa in altrettante cavità parziali che non tèngono più fra loro alcuna lìbera comunicazione. Pare che le prominenze più grandi assicùrino la loro superiorità sulle altre coll'elaborarsi cavità alimentatrici più grandi; cosicchè avviene che queste sono anche le ùltime a chiùdersi, e raggiùngono altezze assài più considerèvoli che non le altre.

98. Ammessa per la formazione delle montagne la esposta teorìa, vediamo chiara la spiegazione di numerosi fenòmeni che nelle antiche ipòtesi èrano altrettanti misteri. Fra questi mi accontenterò di accennare la disposizione ramificata delle catene di monti e il fatto che, avvicinàndoci ai terreni montuosi, incominciamo a salire molto tempo prima d'incontrare una

qualunque montagna; inoltre il fatto che il nucleo della catena, dove tròvasi il gruppo delle montagne più colossali, è generalmente nel punto più elevàto dell'antico rigonfiamento, dove la spaccatura era più ampia e conteneva maggior quantità del lìquido alimentatore; e infine il degradar delle altezze dal nucleo centrale verso le estremità e nelle ramificazioni dalla catena centrale verso la pianura, al di sopra di cui non si potèrono formare che piccoli poggi, o collinette insignificanti.

99. Perchè le montagne possèggano pareti liscie e prive di ogni traccia di spandimenti, perchè dèbbano andar rastremàndosi verso l'alto, come perciò si fòrmino le valli, per qual ragione i due versanti dèbbano avere pendenze diverse, e da qual parte debba èssere rivolto il pendìo più rìpido, sono questioni che, dietro gli esposti principii, ammèttono in parte un'assài fàcile soluzione e in parte fùrono da me lungamente trattate nel libro: *Sull'orìgine delle montagne,* e negli opùscoli: *Il plutonismo difeso: Due fenòmeni geològici spiegati per mezzo degli esperimenti plutònici.*

Ora, se tutti i principali fenòmeni presentati dalle montagne ricèvono una così spontanea e completa spiegazione in questa teorìa, per qual motivo i geòlogi, che per certo coi principii da loro ammessi non arrivàrono a fare altrettanto, si rifiùtano così pertinacemente ad accettarla? Ho meditato ben molte volte sopra codesta questione che appartiene al dominio della psicologìa, e che si riproduce sempre sotto le stesse forme in tutti i casi anàloghi al presente.

100. Non vi è mente umana così perspicace che possa indovinare un processo naturale, alquanto complicato, senz' altra guida che la sèmplice ispezione di ciò ch'esso ha prodotto. Anche allorchè questi processi si vèdono in azione, ci riesce assài difficile il bene analizzarne i congegni e intèndere le ragioni del loro organismo. Quanto non si è mai parlato, scritto, disputato sul processo della vegetazione! e quanto poco ancora se ne sa! Ebbene, io domando che cosa ne avremmo mai potuto indovinare, se non ci fosse dato di seguirlo continuamente in tutte le sue fasi? Mi si permetta ch'io faccia di questa domanda il soggetto di una specie di paràbola, la quale, quantunque non possa riferirsi ad un fatto realmente avvenuto, ha il vantaggio di ritrarne moltìssimi colla più gran fedeltà.

101. Altri uòmini compàrvero sopra un'altra terra, sìmile in tutto alla nostra, se non che di tanto raffreddata che la vegetazione, anticamente lussureggiante, aveva da tempo immemoràbile cessato di effettuarsi. Gli àlberi delle spente foreste sporgèvano ancora verso il cielo i loro tronchi àridi e mutilati. Gli elementi per ispiegare quelle strane produzioni si dovèttero ricercare tra i fenòmeni conosciuti. Si fissò l'attenzione sulle fontane zampillanti e sulle proprietà dei lìquidi coagulàbili; e sopra cotali basi si edificò un' intera teorìa la quale insegnava che gli àlberi fùrono prodotti dall'istantanea coagulazione di un lìquido spinto a grande altezza per l' azione di una forza sìmile a quella che lavora nelle fontane zampillanti. E questa grossolana teorìa, perchè

aveva l'apparenza di spiegare un fenòmeno che fino allora èrasi creduto inesplicàbile, fu accolta, applaudita, festeggiata, come una grande conquista scientifica: molti travagliàrono a mèttere in chiaro i fatti che parèvano maggiormente confermarla, ed èbbero fama, càriche, onori. Il dogma èra stabilito, il dubbio non più permesso. Potèvasi disputare circa la provenienza della forza impulsiva, o circa la precisa natura del lìquido coagulàbile; ma non toccare al principio consacrato, e guài a chi l'osasse!

Fu allora che un mal accorto studioso, ignaro dello stato della questione, tenendo per alcune sue ricerche in un ambiente riscaldato ed esposto alla luce un vaso pieno di terriccio inumidito, vide sbucciare un filo di erba il quale crebbe e fiorì, e diede pìccoli grani che, caduti sulla terra, si convertìrono in altri fili d'erba che anch'essi si riprodùssero moltiplicàndosi. Il fatto gli parve molto straordinario, la sua immaginazione ne fu colpita, vi fermò sopra l'attenzione e, studiàndolo in tutte le sue particolarità, arrivò a poterlo interamente dominare. Era manifesta la stretta attinenza di questo fatto colle càuse per le quali anticamente si èrano prodotte le selve: esso la vide, ed ebbe l'imprudenza di proclamare altamente che gli àlberi antichi avèvano dovuto spuntar dalla terra piccini, e svilupparsi a poco a poco, crescendo per lunghìssimo tempo, a somiglianza di quanto potèvasi vedere nel suo filo di erba. I naturalisti dapprima non credèttero al fatto; poi, quando lo vìdero verificarsi sotto ai loro occhi, lo

disdegnàrono, dichiarando che già da lungo tempo ne avèvan conoscenza e che non se n'èrano mai curati, perchè era un fatto senza significato scientìfico e non suscettìbile di alcuna applicazione. Dicèvano che la loro teorìa aveva troppo sòlidi fondamenti per poter èssere scossa da sìmili futilità. Non si sgomentàvano, se anche i fenòmeni presentati dalle piante, sembràvano male accordarsi colla vantata teorìa. Se qualcuno chiedeva ad essi ragione della rotondità dei tronchi e della regolare disposizione dei rami, rispondèvano che le piante in orìgine dovèvano avere avuto tutt'altro aspetto e che fùrono le intemperie le quali, consumàndole regolarmente a poco a poco, le avèvano foggiate in quel modo; se qualcuno si maravigliava del magistero dell'interno lavorìo, essi trovàvano naturale che ciò fosse un effetto di cristallizzazione: interrogati sull'orìgine dell'inviluppo corticale, dàvano imperturbati la seguente spiegazione: è uno straterello di materia alterata pel suo lungo contatto cogli agenti atmosfèrici. E così per tutto il resto. Burlàvansi del filo d'erba, dicendo che l'erba non è legno; burlàvansi del preteso inventore, maravigliàndosi ch'ei si fosse permesso di parlar di piante, senza aver mai studiato minutamente alcuna foresta, e forse senza saper distìnguere il legno di faggio da quel di castagno.

Esposto a tali attacchi, pareva una follìa l'ostinarsi a combàttere: era più prudente il gittar l'erba sul fuoco, confessare i proprj torti e convertirsi a riconòscere la teorìa della coagulabilità colle sue conseguenze dei rami foggiati dalle intemperie, e della struttura manipolata

dalla cristallizzazione. Era più prudente; ma la verità ha un fàscino irresistibile; e, chi una volta la vide, non può più separàrsene ad onta di qualunque sacrificio.

102. Così ho raccontato metà della mia storia: l'altra metà ne è il vero contrapposto. Di quante care e preziose compiacenze non vado debitore alle mie piccole montagne! Il mio cuore gioirebbe s'io potessi parlarne a mio piacimento; ma sarebbe troppo lungo, tanto è il favore che da per tutto trovài, fatta una sola eccezione. I miei esperimenti portàrono la persuasione nell'ànimo di tutti fuorchè in quello dei geòlogi. Che forse vi siano ragioni di alta scienza, ignote ai profani, in virtù delle quali la mia teoria, per quanto speciosa, non possa èssere accettata? Se la cosa è così, perchè allora i geòlogi non pàrlano? Ora la questione non può più èssere elusa; deve èssere discussa. Io non desìdero altro, e credo che meco si uniranno nello stesso desiderio tutti quelli che àmano il progresso scientìfico e il trionfo della verità.

103. Intanto pongo fine alla lunga digressione e riprendo il filo dell'interrotto discorso.

104. Uno degli effetti della consolidazione del lìquido terrestre abbiam dimostrato che deve riputarsi la formazione delle montagne le quali crèbbero con lentezza e regolarità pel diuturno gemizìo del lìquido destinato ad alimentarle. Resta a prèndere in esame le condizioni, per le quali avviene che il lìquido scaturisca colla lentezza e regolarità richieste per produrre le montagne, piuttosto che uscire con ìmpeto e ad intervalli a produrre i fenòmeni vulcànici.

La condizione essenziale è che possa formarsi quel tessuto sòlido reticolato il quale in virtù dei moltiplicati attriti rende il moto del lìquido assài lento e perfettamente uniforme. Ora affinchè questo tessuto debba formarsi, vèdesi la necessità che il lìquido si mova già per sè stesso in precedenza con lentezza e con regolarità, il che suppone regolarissimo e lento lo svolgimento delle arie nell' atto della consolidazione, e suppone altresì che queste rigònfino il lìquido, aderendo ad esso tenacemente e non scòppino alla superficie con ìmpeto sotto forma di bolle di sensìbile grandezza. Queste condizioni non pòssono verificarsi fuorchè in un lìquido bastantemente omogeneo e di non troppo grande spessore. Infatti, se il lìquido fosse inquinato da molte impurità, lo svolgimento uniforme e regolare delle arie diventerebbe impossìbile e, quando lo spessore del lìquido fosse assài ragguardèvole, congiungèndosi fra loro nel salire le molte molècole aeree impercettìbili che si svòlgono sopra una verticale molto estesa, finirèbbero per giùngere alla superficie sotto forma di bolle abbastanza grandi per impedire la formazione regolare di quel tessuto spugnoso, senza del quale abbiam riconosciuto che la montagna non può prodursi. Siamo pertanto tratti a conclùdere che le montagne si formàrono specialmente per l'òpera di quel lìquido depurato e di pìccola altèzza, che uscì dagli antichi mari silicei ad inondare le regioni circostanti già alquanto elevate, e in generale per l'òpera di un lìquido che occupava grandi estensioni in bacini poco profondi.

105. Anche nel lìmite dichiarato, le diversità di spessore nelle masse plutòniche generatrici fùrono cagione che le diverse catene di monti non sorgèssero tutte simultaneamente, e che anzi potèssero scòrrere tra la formazione delle une e delle altre periodi di tempo assài lunghi. Le più tardive dovèvano èssere quelle che traèvano la loro origine dai bacini più profondi, e per conseguenza dovèvano anche formarsi più gigantesche e più colossali. Vi sono molte prove che il fatto si verificò quale è richiesto dalla teorìa.

106. Lo spessore poco considerèvole delle masse plutòniche che dièdero origine alle montagne è la càusa probàbile per la quale anche le più recenti si formàrono in èpoche abbastanza remote perchè il fenòmeno abbia avuto il tempo di compirsi interamente, e non ci sia più dato di assìstere nell' època attuale alla formazione di alcuna vera montagna.

107. Consolidate le montagne, i materiali di cui èrano costituite, per la ragguardèvole contrazione prodotta in essi dal raffreddamento, screpolàrono in tutte le direzioni; talmente che ogni rupe, fendèndosi, finiva a parer costituita da una moltitùdine di grandi macigni accumulati. È manifesto che la montagna non poteva fèndersi in quel modo, senza risentirne continue scosse: i trèmiti e le oscillazioni, che per questa càusa si generàvano, sebbene circoscritti nell' àmbito di una sola montagna, èrano da collocarsi nella categorìa dei veri terremoti. Quando poi le fenditure prorompèvano nella base della catena, o nel bacino impietrito, su cui la

catena posava, allora venìvano scosse ad un tratto estesissime regioni, e si producèvano grandiosi terremoti certamente non inferiori a quelli dei nostri dì.

108. I terremoti non mancàrono di scuòtere per lunghi sècoli ogni catena di montagne e le regioni circostanti ad esse legate; e, se al presente appariscono più frequenti e più gagliardi nei distretti vulcànici che non in quelli semplicemente montuosi, la ragione si è che i terremoti sono un fenòmeno passaggiero il quale non dura più di quel tempo che è necessario, affinchè si consòlidino le ùltime tracce di lìquido che resta imprigionato nelle vìscere della terra dopo la perfetta chiusura della cavità che lo contiene, e poi si spèzzino le rocce in conseguenza dei fenòmeni che accompàgnano il loro raffreddamento. I terremoti prodotti dalla prima càusa sono quasi sempre accompagnati da esplosioni gasose, da lacerazioni del suolo e da grandi spostamenti, mentre quelli prodotti dalla seconda si manifèstano agitando il suolo sopra grandi estensioni e facèndolo oscillare. Vi è un època per ciascuna formazione, in cui le due càuse si congiùngono e ne risùltano terremoti di forme complesse, svariate, curiose. È in queste circostanze che nell'interno della terra succèdono le penetrazioni di una roccia nell'altra e la formazione dei dicchi. Ma torneremo sull'argomento più avanti quando terremo discorso della formazione dei vulcani, con cui i terremoti del tempo attuale sono particolarmente in relazione. Ed ora passiamo appunto, senz'altro indugio, a parlar dei vulcani.

Articolo III.

Generalità sui vulcani.

Condizioni del liquido per la produzione dei vulcani — Descrizione dei vulcani — Due diversi òrdini d'intermittenza nel lavoro dei vulcani — Càuse delle due diverse qualità d'intermittenza — Come il camino vulcànico si svuoti alla fine d'ogni eruzione — Da che dipende la quantità di liquido che esce da un vulcano nelle sue diverse eruzioni — Càusa della somma velocità dei gas che cròmpono dai camini vulcànici — Càusa delle straordinaria irregolarità presentate da uno stesso vulcano nelle sue successive eruzioni — Limitazioni di queste irregolarità desunte dalla teoria e concordanti esattamente con quelle che i geòlogi tràssero dall'osservazione dei fatti — Perchè i vulcani si tròvino così frequentemente nelle vicinanze del mare — L'acqua del mare non prende alcuna parte necessaria alla produzione dei fenòmeni vulcànici — Per la produzione dei fenòmeni vulcànici non è necessario nemmeno l'intervento dell'acqua dulce — Quali sono i principali fenòmeni presentati dai vulcani oltre quello dell'eruzione delle lave — Modificazioni operate nella produzione di questi fenòmeni dall'intervento accidentale dell'acqua.

109. Per qual ragione vi dèbbano èssere i vulcani, e che cosa essi siano, si è già detto. I grandi serbatòi di liquido terrestre, che per la loro ragguardèvole profondità molto ritardàrono a consolidarsi, e consolidàndosi non lavoràrono colla regolarità richiesta a produrre le montagne dièdero invece origine ai vulcani.

110. Nei vulcani, quando sono già in uno stadio di formazione inoltrata, noi troviamo sempre una cavità, fatta ad imbuto, che di sòlito ha sede nel vèrtice più elevato e si denòmina *cratere*. Il cratere è in comunicazione coll'interno della terra mediante un lungo condotto che chiàmasi il *camino vulcànico*. Questa è la via

per la quale abitualmente sprigiònansi impetuosi soffioni di vapori, si fanno le esplosioni delle materie sòlide in istato di detriti, pietre, bombe, cèneri e lapilli, e scatu-rìscono quèi torrenti di materie fuse che chiàmansi lave. Il caràttere che appartiene in comune a tutti questi fenòmeni è l'intermittenza.

111. Essendo nei vulcani stabilita un'ampia e lìbera comunicazione tra l'interno e l'esterno, non v'è alcuna ragione che impedisca alle spinte interiori intermittenti di manifestarsi all'esterno per mezzo di effetti del pari intermittenti. Ma pei diversi fenòmeni, e più ancora pei diversi vulcani, le intermittenze sono di un òrdine tanto diverso ch'egli è necessario il trattenersi alquanto a mèttere in chiaro le cagioni di così grandi diversità.

112. Vi sono vulcani in istato di continua attività, vulcani i quali ciò che fanno in un giorno, in un anno, in un sècolo, contìnuano a fare un altro giorno, un altro anno, un altro sècolo: nell'ìsola di Stròmboli esiste un vulcano di questa natura. Vi sono invece vulcani i quali infùriano nel lavoro ad èpoche l'una dall'altra lontane, e non dànno alcun segno, o solo pochi segni, di attività tra un'època e l'altra: il Vesuvio e l'Etna tròvansi in questo caso. I vulcani in continua attività, i quali non presèntano altre intermittenze che quelle volute dal processo della consolidazione, necessariamente intermittente, forniscono una luminosa prova della verità della mia teorìa; poichè come mai si potrebbe dubitare che la càusa di quèi fenòmeni, continuamente intermittenti, non dovesse anch'essa lavorare con intermittenza

continua? Ora tra tutte le càuse immaginàbili non ve n' ha alcuna fuorchè il processo di consolidazione che presenti il caràttere di riprèndere sempre un lavoro continuamente interrotto. Invece i vulcani che lavòrano a lunghi intervalli sembrerèbbero in contraddizione con una teorìa la quale attribuisce tutto quel lavoro al processo di consolidazione; processo che, sebbene intermittente, non può andar soggetto a così lunghe e così irregolari interruzioni.

113. Co' mièi plutonj artificiali, potendo produrre tanto i vulcani a lavoro persistente, quanto quelli a lavoro interrotto, hò potuto a mio bell'agio studiare e riconòscere la vera càusa della differenza. Essa è tutta riposta nella conformazione della crosta che ricopre e suggella superiormente il bacino vulcànico. Se la conformazione di questa crosta è tale che le arie, le quali continuamente si svòlgono dal liquido interno pel processo della consolidazione, pòssano evàdersi dal cratere o dai varj sfiatatòi del vulcano, e non sìano obbligate a raccògliersi e a condensarsi nell'interno, allora si hanno i vulcani a lavoro persistente; quando invece nel superiore inviluppo esìstono grandi voltè sotterranee, o esso medèsimo funziona come una volta, sotto di cui i gas sìano obbligati a raccògliersi e condensarsi, allora i vulcani non pòssono più lavorare che per via di parossismi a lunghi intervalli.

La ragione di ciò è molto fàcile ad intèndersi. Ammettiamo che il cratere ed il camino vulcànico sìansi interamente svuotati in virtù di una recente eruzione:

la consolidazione interna continuando a progredire, si svòlgono in copia le materie aeree e il lìquido si rigonfia e aumenta di volume. Perciò esso s'insinua nel camino vulcànico e cresce al di sopra delle volte sotterranee di cui si è supposta l'esistenza; ma al di sotto di queste volte accòrrono e si accùmulano i gas, i quali colla loro tensione tèngono il lìquido nell'interno delle dette cavità ad un livello inferiore di quello che il lìquido stesso raggiunge, salendo liberamente nell'interno del camino vulcànico. La differenza delle altezze del lìquido, moltiplicata pel peso specìfico di questo, tenuto càlcolo della pressione atmosfèrica, fornirà la giusta misura della tensione del gas. Pertanto il salire del liquido nel camino vulcànico non può aver luogo senza un aumento corrispondente nella tensione dei gas accumulati sotto le volte sotterranee. È chiaro che, coll'ampliarsi delle cavità, deve crèscere il tempo occorrente affinchè il gas che vi si va accumulando acquisti determinati aumenti di tensione, il che significa che il lìquido penetrato nel camino vulcànico impiegherà maggior tempo ad acquistar determinati aumenti di altezza. Potendo per questa càusa l'ascensione del lìquido nell'interno del camino diventare estremamente lenta, ne segue che i traboccamenti del lìquido stesso, o le eruzioni, potranno non aver luogo fuorchè ad intervalli di tempo assài considerèvoli.

114. Resta ora ad esporre le ragioni per le quali il camino vulcànico deve completamente vuotarsi alla fine di ogni eruzione.

Quando il liquido terrestre è penetrato nel cratere e lo ha riempito fino alla bocca, la tensione del gas rinchiuso nelle caverne sotterranee corrisponde al peso di tutta la colonna lìquida sollevata; dunque ad ogni nuovo affluire di gas nell'interno delle cavità, affinchè si ristabilisca l'equilibrio, dovrebbe il lìquido ascèndere ancora di una quantità corrispondente; ma il lìquido non può più salire e, obbedendo alla spinta, invece trabocca: quanto sarà il lìquido che in questo caso traboccherà?

Consideriamo che rimanendo inalterata la quantità del gas rinchiuso nelle caverne vulcàniche, a due diverse altezze tenute stabilmente dal lìquido nel camino dèvono corrispòndere due diverse altezze del medèsimo anche nel bacino sotterraneo, e che quindi se riusciremo a determinare quest'ùltima differenza avremo nella diminuzione subita dal lìquido interno la giusta misura di quello che avrà dovuto sgorgare, quando dopo aver raggiunto nel camino l'altezza maggiore abbia potuto aprirsi la via per uscire alla sua stazione più bassa.

Supponiamo pertanto che, essendo pieno il cratere, si faccia un'apertura al di sotto d'onde il lìquido possa sgorgare, e che si conosca la distanza verticale della detta apertura dall'orlo del cratere e che di più si conòscano: l'altezza della colonna lìquida al di sopra del livello interno, l'altezza delle caverne al di sopra dello stesso livello, e le sezioni orizzontali, tanto del camino vulcànico quanto del complesso delle caverne, ammesso che tali sezioni si mantèngano costanti per tutta l'altezza.

115. Ciò posto, il problema ammette una soluzione sèmplice e generale, come vèdesi in nota (2). Ivi si tratta anche un caso particolare da cui si giunge alla conclusione che dalla bocca, supposta aperta sul fianco del monte cinquanta metri più in basso dell'orlo del cratere, non deve sgorgare soltanto il lìquido ch'era già salito nel camino vulcànico al di sopra di detta bocca, ma bensì una quantità più che ventimila volte maggiore. E quì

(2) Suppòngasi che il rapporto delle linee omòloghe della caverna e del camino sia come 1000 : 1; cosicchè vi siano tanti metri nella caverna quanti millimetri vi sono nel camino. Dette B e b le due sezioni ed α il loro rapporto, sarà:

$$B = \alpha b \text{, ed } \alpha = 1000000.$$

L'altezza della parte lìbera della caverna sia $A = 20$, l'altezza del lìquido nel camino misurata dal livello del lìquido nella caverna sia $a = 1000$. La distanza verticale tra il pelo del lìquido nel camino e la bocca eruttante sia $c = 50$. Indichiamo con x la depressione, avvenuta nel lìquido della caverna in virtù dell'eruzione compiùtasi, e con t e t' le tensioni del gas prima e dopo dell'eruzione.

Per la legge di Mariotte si avranno le due proporzioni seguenti:

$$t : t' = A + x : A$$

$$t : t' = a : a + x - c$$

e quindi:

$$A + x : A = a : a + x - c$$

d'onde si trae:

$$(A + x)(a + x - c) = Aa$$

ovvero:

$$x^2 + (A + a - c)\,x - Ac = 0$$

e per conseguenza:

$$x = \frac{c - A - a \pm \sqrt{(A + a - c)^2 + 4\,Ac}}{2}.$$

faccio osservare come, variando i dati del problema in modo da rènderli più conformi a quanto è probàbile che più generalmente avvenga in natura, il nùmero che abbiam trovato, invece di diminuire, potrebbe ricèvere un molto notàbile accrescimento. Perciò la cifra di ventimila è buona a ritenersi quale indicatrice di un lìmite mìnimo. D'altronde è facile il provare che questa cifra, coll' abbassarsi della bocca emittente varia crescendo;

ovvero, prendendo il segno superiore, che solo soddisfa al problema:

$$x = \frac{\sqrt{[(A + a - c)^2 + 4\,A\,c]} - (A + a - c)}{2}$$

e, sostituendo i nùmeri dati:

$$x = \frac{\sqrt{[970^2 + 4000]} - 970}{2}$$

ovvero:

$$x = \frac{\sqrt{944900} - 970}{2}$$

da cui, estratta la radice, si ottiene:

$$x = \frac{972,\,06 - 970}{2} = 1,\,03$$

La quantità di lìquido uscita è rappresentata da Bx; il volume di quella porzione del camino, che sovrasta alla bocca di eruzione, è espresso da bc; dunque, se si pone

$$Bx = bcy,$$

la y esprimerà quante volte bisognerà ripètere il volume bc del camino per ottenere la quantità di lìquido sgorgata, epperò si avrà:

$$y = \frac{1000000}{50}\,x = 20000 \times 1,\,03 = 20600.$$

Non tenni conto del peso dell'aria nè delle irregolarità cui va soggetta la legge di Mariotte, per non complicare inutilmente il problema, stante che la conclusione finale sarebbe stata sostanzialmente la stessa.

il che significa che, se la bocca si fosse aperta d'altrettanto più in basso, avrebbe dovuto eruttare più che una doppia quantità di materia, ed una quantità di materia più che tripla, se si fosse aperta più in basso ancora di altrettanto.

116. Con ciò si comincia ad intèndere, come avvenga che qualche volta in una sola eruzione esca una quantità strabocchèvole di lava, e perchè di sòlito le eruzioni più abbondanti siano quelle che sgòrgano, non dal cratere, ma da bocche apèrtesi lontano da esso in luoghi assài bassi.

117. Ma vi sono ben anche altre cagioni in virtù delle quali viene ad aumentarsi la quantità di lava che può sgorgare dalle bocche vulcàniche in una sola eruzione. Essèndosi vuotata la porzione superiore del camino per una data altezza, ne segue che tutta la lava sottoposta è meno compressa di prima; e, poichè la lava fusa, per la molta quantità d'aria che vi è mescolata, è una materia molto compressìbile, così al diminuir della pressione molto si dilata, e la dilatazione lavora in due modi a fare uscire il liquido dall'apertura: 1.° perchè per l'aumento di volume avvenuto, il liquido non può più èssere contenuto nell'antica capacità, e una porzione trabocca: 2.° perchè, diminuito per la dilatazione il peso specìfico del liquido, la colonna lìquida sollevata reagisce con minor forza contro la tensione del gas rinchiuso nella caverna, il quale per tal ragione dovrà maggiormente dilatarsi e spìnger fuori una maggiore quantità di liquido. Finalmente dobbiamo

considerar la circostanza che, mentre per le ragioni accennate l'eruzione continua, continuano anche i gas ad ascèndere nella caverna, ove per conseguenza la tensione aumenterebbe se nella colonna lìquida sollevata nel camino vi fosse una forza sufficiente per costringerli a mantenersi entro i lìmiti dello spazio già da prima occupato. Questa forza non vi è, perchè il lìquido, sgorgando dall'apertura, non può salire più in alto nel camino vulcànico; dunque le materie aeree vanno continuamente nella caverna guadagnando uno spazio maggiore, e ne discàcciano il lìquido che è spinto verso l'apertura a pòrgere nuovo alimento all'eruzione. E questa càusa di sgorgo non ha un limite, come le altre sovraccennate, ma lavora incessantemente, finchè tutta la caverna non sia occupata dal gas e non ne venga espulso tutto il liquido in essa penetrato.

118. Allorchè il gas, discacciata la materia lìquida, ha riempito interamente la caverna, quello che continua a scaturire da tutti i punti della massa plutònica, ove le molècole liquide si vanno consolidando, solleverà la colonna di lava occupante il camino vulcànico ed entrerà in questo dove, stante la strettezza del vano, si moverà dotato d'una straordinaria velocità. Se riteniamo per le dimensioni dei varj òrgani del vulcano gli stessi nùmeri che adottammo per fare un' applicazione particolare del problema, trattato nella nota, e se ammettiamo che l'aria scaturita nel seno della massa vulcànica vada attraversàndola colla debolissima velocità di un millìmetro per minuto secondo, ne segue che,

entrata nel camino vulcànico, dovrà avere, per potersi dispèrdere, niente meno che la velocità di mille metri per minuto secondo. Appena che questa violentìssima corrente aerea avrà sbalestrato fuori una parte della materia che ingombrava il camino, potranno per la stessa via scaricarsi le arie che per lunghìssimo tempo si èrano andate raccogliendo e condensando nella caverna. All'arrivo di questa seconda corrente l'uragano sotterraneo imperversa senza alcun freno, e non solo vèngono furiosamente slanciate in alto le materie lìquide, contenute nel camino, ma vèngono ben anche portate fuori e trascinate in seno all'atmosfera, sotto l'aspetto di nubi turbinose, smisurate quantità di materie polverulenti, che nei tempi della calma esteriore del vulcano avèvano potuto raccògliersi nell'interno della caverna, ed annidarsi fra il lìquido ed i gas. Così, non solo si ripulisce il camino, ma si prepàrano ben anche considerèvoli spazi vuoti nelle interne vìscere del vulcano. Ciò avvenuto, l'eruzione ha necessariamente il suo tèrmine e ricomincia da capo il lavoro interno, in virtù del quale il gas và costipàndosi nella caverna e il lìquido si eleva a poco a poco nel camino vulcànico a preparar la nuova eruzione, la quale non può aver luogo prima ch'ei non sia salito fino alla sommità del cratere, o a qualche spiraglio che gli permetta l'uscita, o si faccia al di sotto del livello già da esso raggiunto una qualche apertura comunicante col camino vulcànico.

119. Ho posto in chiaro il meccanismo delle eruzioni nei vulcani a lavoro interrotto, ed ho potuto mostrare

che la diversità rispetto a quelli dell' altra specie non proviene che da una piccola differenza di struttura; di modo che la mia semplicìssima teorìa bastò a dar spiegazione degli uni e degli altri, senza ricòrrere ad alcun ripiego od introdurre ulteriori complicazioni.

120. I grandi parossismi vulcànici, se prodùcono all'esterno non pochi guasti ed alterazioni, assài maggiori guasti ed alterazioni prodùcono nell' interno; cosicchè la struttura delle caverne resta interamente modificata. Se ciò non fosse, i fenòmeni delle eruzioni, sebbene per lungo tempo interrotti, succederèbbero colla màssima regolarità, ad èpoche fisse ugualmente fra loro lontane; così invece vi è una tal complicazione d'irregolarità che riesce impossìbile il prevedere quando avrà fine un'eruzione incominciata, o quando avrà principio un'eruzione futura.

121. In mezzo a queste incertezze però la teorìa che abbiamo svolta ci autorizza a stabilire alcuni principii che non dovrèbbero èssere smentiti dai fatti. Siccome ciò che si suol chiamare il riposo dei vulcani è un tempo da essi impiegato a preparare i materiali della futura eruzione, così si può ammèttere come vero il seguente principio: *A lunghi perìodi di riposo succèdono grandi eruzioni.*

Siccome poi le grandi eruzioni ìndicano l'esistenza di grandi caverne, atte a nascòndere per lunghìssimo tempo i frutti dell' interno lavoro, così è naturale che sussista anche il principio recìproco, cioè che: *A violente eruzioni succèdono d'ordinario lunghi riposi.*

Il terzo principio è una conseguenza immediata dei due già esposti, ed è pressochè evidente: *Le eruzioni, che succèdono a brevi intervalli, sono anche le più leggiere.*

Finalmente, essendo chiaro che se l'eruzione si sfoga tutta in breve tempo deve èssere violentissima, e non èssere tale se ad esaurirsi impiega molto tempo, ne consegue che: *La durata di un perìodo di attività è in ragione inversa della sua violenza.*

122. I quattro esposti principii sono conseguenze spontanee e naturali della mia teorìa: sono essi verificati dai fatti? Io dovrèi raccomandarmi ai geòlogi, perchè volèssero a questo intento moltiplicar le osservazioni, confrontarle fra loro, e formularne i risultati. Fortunatamente trovài che questo lavoro fu già da essi compiuto, e le conclusioni a cui giùnsero sono consegnate nel libro già citato del chiaro Stoppani a pagina 286, § 840. Sono gli idèntici quattro principii, da me più sopra sviluppati. La mia teorìa mi presta il mezzo di controllare le osservazioni dei geòlogi, e trovando che queste collimano così perfettamente colle deduzioni di quella, altro non mi resta che congratularmi con loro e rèndere omaggio alla bontà dei loro studj; ma anche i geòlogi colle loro osservazioni hanno il mezzo di controllare la bontà della mia teorìa; e parmi che questa così perfetta conformità dei risultati dei nostri studj dovrebbe rènderli proclivi a giudicarla favorevolmente.

123. Quale sia il liquido, destinato a produrre i fenòmeni vulcànici, fu già dichiarato: esso è più denso, più impuro e raccolto in bacini assài più profondi, che

non fosse quello, destinato a produrre montagne. Il processo di consolidazione definitiva ne' bacini vulcànici, stante la loro grande profondità, ha incominciato assài tardi; e così succede che molti vulcani lavòrano ancora sotto i nostri occhi, mentre invece il lavoro per la formazione delle montagne, fatta forse una sola eccezione, è già da lungo tempo compiuto. Un vulcano, quando comincia a mèttersi in movimento, colle sue prime eruzioni, ci rivela l'esistenza di quel bacino di lìquido terrestre da cui deve trarre il suo alimento. Ora quel bacino, tranne il caso eccezionale che fosse già stato spostato, deve occupare necessariamente sulla superficie della terra un luogo assài depresso. Il vulcano perciò nasce quasi sempre coperto dalle acque del mare; e se, come avviene di sòlito, dopo qualche tempo uscito dalle acque si congiunge alla terra vicina, dovrà però sempre trovarsi pròssimo al mare anche nelle èpoche più avanzate della sua formazione. Ciò si verificò nel Vesuvio, nell'Etna, e in quasi tutti i vulcani; cosicchè quelli, che sièdono nell' interno della terra, lontanìssimi da ogni mare, vèngono generalmente considerati come eccezioni.

124. Questa stazione dei vulcani, quasi sempre marittima, non ìmplica per nulla la necessità dell' intervento dell'acqua marina per la produzione dei fenòmeni vulcànici: pregiudizio questo che, confortato da qualche altro fatto di cui parleremo più tardi, prese salda radice nella mente di molti insigni geòlogi, talmente che mi pare che torni ad onore dello Stoppani d'averne riconosciuta l'erroneità e d'averlo fortemente combattuto

colle seguenti parole: » Osservo primieramente che, per
» la quasi totalità, i vulcani sono insulari, o distribuiti
» sulle coste, cioè, vicinissimi al mare. Che? il mare
» darebbe alcuna ragione dell' esistenza dei vulcani?
» Che le eruzioni vulcàniche siano modificate dalla pre-
» senza del mare, come nei casi abbastanza provati di
» un immediato riversamento di acque marine nel fo-
» colare vulcànico, e in quelli già studiati delle eru-
» zioni sottomarine, ciò si può, e si deve ammèttere.
» Ma tràttasi di fenòmeni conseguenti; poichè del resto
» non vedrèbbesi quali rapporti possa avere il mare
» col complesso dei fenòmeni vulcànici, con quelli spe-
» cialmente che pòssono dirsi costitutivi. Inoltre faccio
» osservare che moltìssimi vulcani sono veramente con-
» tinentali, o a tale distanza dal mare da tògliere ogni
» probabilità di un immediato rapporto con lui. Infatti
» i casi, in cui si sarebbe rivelata una diretta comu-
» nicazione tra il mare e il focolare vulcànico, sono
» così eccezionali, da èssere ancora ricevuti dai fisici
» col màssimo riserbo, o colla assoluta incredulità. Che
» la notata ubicazione de' vulcani in prossimità del mare
» debba avere una ragione, e che noi dobbiamo tro-
» varla, va benìssimo; ma che il mare stesso la dia,
» ciò è quanto non possiamo nemmen sospettare (*) ».

La ragione di questa ubicazione marìttima dei vul-
cani, che lo Stoppani dice che dobbiamo trovare, credo
di averla sufficientemente additata.

(*) *Òpera citata*. Vol. I, pàg. 309, § 894.

125. Che la presenza dell' acqua del mare non sia una condizione indispensàbile alla produzione dei fenòmeni vulcànici basterebbe a provàrcelo il fatto anche di un solo vulcano situato in mezzo alle terre in modo da esclùdere ogni possibilità di comunicazioni col mare, ed abbiam letto di sopra, che ve ne sono *moltìssimi*.

Quì aggiungerò che alla produzione dei fenòmeni vulcànici l'acqua dolce non è più necessaria dell'acqua del mare; e ciò che ora asserisco procurerò più tardi di dimostrare; il che rèputo tanto più necessario in quanto che questo spettro dell'acqua s'impone sì fattamente ai geòlogi, che il medèsimo Stoppani, dopo aver vittoriosamente combattuto contro i supposti diritti dell'acqua salsa, ciò che a questa rifiuta è inclinato a concèdere all'acqua dolce; cosicchè sembra anch'esso persuaso che senza l' intervento dell' acqua il vulcanismo non abbia ragione di esìstere.

126. Abbiamo preso in esame fin quì il fenòmeno più fondamentale e caratterìstico del lavoro esterno dei vulcani, il quale è riposto nelle eruzioni delle lave; pure, mentre qualche volta questo sembra mancare, come già da lungo tempo succede nello Stròmboli, vi sono altri fenòmeni, che pare non mànchino mai; e il principale fra questi consiste senza alcun dubbio nelle materie aeree, che sotto la forma di fumo, e qualche volta di fiamma, esàlano dai crateri. Oltredichè non è a pretermèttere che molta copia di materie, già solidificate, vèngono scagliate fuori dalle bocche vulcàniche; materie le quali, qualunque sia la loro natura, meno alcune

poche strappate dalle pareti del bacino, provèngono da una parziale consolidazione delle lave, che si fa nell'interno del vulcano sotto l'influenza di diverse circostanze in condizioni diverse, e sono spinte fuori dalle bocche vulcàniche per la forza esplosiva dei gas.

127. Le pietre, lanciate continuamente dallo Stròmboli, e in generale la formazione delle bombe vulcàniche sono fenòmeni che si còmpiono sotto i nostri occhi in un modo tanto manifesto che non val la pena d'intratteneroi a parlarne. Sono brandelli di lave, scagliati a grandi altezze dall'impeto dei gas, e che durante il loro tragitto aereo si arrotòndano e prèndono consistenza, ricadendo spesso al suolo con tanto ancora di calore da dimostrarsi roventi e non perfettamente consolidati.

D'onde provèngano le cèneri, le sabbie, i lapilli, i frantumi o i detriti di scorie, i cristalli di augite, di leucite e delle altre sostanze che dal vulcano sono espulse in stato di solidità verrà detto più avanti.

Molti di questi fenòmeni, per l'intervento dell'acqua, acquistano in quasi tutti i vulcani uno sviluppo assài maggiore di quanto ad essi naturalmente competerebbe; cosicchè ben si pòssono dire predominanti su tutti gli altri, non eccettuato quello dell'eruzione delle lave, che pure mèrita di èssere giudicato lo scopo ùltimo e il più importante di tutto il lavoro vulcànico.

128. Così abbiamo discorso dei fenòmeni presentati dai vulcani nello stadio di loro maturità; or ci faremo a studiarli, seguitàndoli passo passo dai primordj della loro esistenza fino alla loro estinzione.

Articolo IV.

Svolgimento di un vulcano a lavoro persistente.

Fenòmeni presentati dal vulcano nascente — Fenòmeni presentati dal vulcano prima che si riduca ad avere un solo cratere — Diversità di materie delle diverse eruzioni — Fenòmeni presentati dal vulcano ridotto ad avere un solo cratere — Progressivi ingrandimenti della montagna vulcànica e spostamenti del cratere — Viaggi sotterranei delle lave e nuove gole vulcàniche — Forme ordinarie dei monti vulcànici — Struttura della materia consolidàtasi sotterraneamente nel bacino vulcànico — Analogie fra questa struttura e quella dei corpi organizzati — Considerazioni che rinfràncano le ragioni già addotte a favore degli organismi minerali — Avversione dei naturalisti contro l'eterogenia che dovrebbe èssere considerata como il modo più sèmplice di riproduzione — Fenòmeni vulcànici pòstumi — Qual'è la càusa delle fumarole, quali i loro effetti — Per qual ragione può mutare di natura chìmica l'aria che esce dalla medèsima fumarola — Terremoti vulcànici e càuse che li producono.

129. I bacini vulcànici èrano in orìgine o mari, o laghi, o stagni di lìquido terrestre, cioè, di silicati e materie calcari ed òssidi metàllici, specialmente di ferro, in parte ancor fusi, in parte già consolidati nell'interno della massa lìquida che perciò si era fatta pastosa. Il primo lavoro vulcànico incominciò sopra di essi col primo apparire della crosta che doveva poi più tardi interamente rivestirli. Daremo principio al nostro esame dei fenòmeni vulcànici col far la rivista delle fasi attraverso cui deve passare un vulcano il quale tragga la sua orìgine da un piccolo stagno.

Le pareti laterali dello stagno sono già rivestite da una crosta sòlida la quale, distendèndosi per disotto,

va a poco a poco a guadagnare anche il fondo. Molti cristalli spòrgono dal fondo e dalle pareti, i quali s' intrècciano nell'interno del lìquido e fòrmano in seno ad esso una trama sòlida a guisa di rete. Infinite bolle di materie aeree smuòvono il lìquido ed esalando dalla superficie si rèndono manifeste sotto l'apparenza di una nube, o di nebbia, o di fumo. I fumi, condensàndosi, annùnciano imminente la nàscita del vulcano. Queste copiose esalazioni di materie aeree riscaldatìssime spiègano il perchè il lìquido negli strati superficiali resistette alla consolidazione più che in qualunque altro luogo. Finalmente la crosta comincia ad apparire anche alla superficie: un anello di materia sòlida parte tutt'all'ingiro dalle pareti e si avanza a poco a poco verso le parti centrali. I gas che prima potèvano dispèrdersi da un punto qualunque della superficie ora hanno più limitato lo spazio attraverso cui dèvono passare. Perciò avviene che, al restrìngersi del lume dell'anello, essi sgòrgano più densi e più impetuosi: il lìquido è violentemente sbattuto e qualche volta esce dalla voràgine, bagna il labbro dell'anello e consolidàndosi sovr'esso gli conferìsce una sporgenza maggiore.

Procedendo sempre più innanzi la consolidazione nel suo sviluppo, finìscono ad apparire galleggianti molti nuovi brani di crosta che si congiùngono fra loro e gìttano ponti con cui stabilmente si unìscono all' orlo dell'antica voràgine; e allora l'inviluppo esterno si potrebbe dire completo, se non apparisse forato in varj luoghi a guisa di un vecchio mantello lògoro e lacerato.

Da queste moltèplici aperture vèdesi il lìquido in preda ad un'incessante agitazione, con alterna vicenda, ora salire fino alla sommità delle pareti, ora discèndere a grandi profondità. Questo gonfiarsi e contrarsi del lìquido si mostra sìncrono in tutte le cavità; il che prova che tutte sono per di sotto in liberìssima comunicazione. Qualche volta il lìquido si gonfia talmente che sormonta l'orlo delle cavità e si espande tutto all'ingiro. Così si gènerano al di sopra della crosta le prime sporgenze crateriformi; e il lìquido non può più traboccare se non raggiunge un livello un po' più alto di prima. Il lìquido, ovunque apparisce, si vede salire e discèndere con moto concorde; ma, quando trabocca, non lo fa più che da una cavità sola, prescegliendo quella che, per qualche più profonda slabbratura del cratere nascente, gli presenta per cròmpere facilitazioni maggiori. Varie eruzioni a questo modo l'una dopo l'altra èscono per sòlito dalla medèsima cavità; ma la materia uscita e consolidata oppone un ostàcolo al trabocco di materia novella; quindi vediamo le successive eruzioni prèndere un'altra via ed uscire da una cavità diversa. Le eruzioni pertanto si spòstano e fanno il viaggio di tutte le bocche e non è raro il caso che il lìquido ritorni a sgorgare due, tre, quattro volte, da un'apertura che negli intervalli si sarebbe creduta per sempre abbandonata. Durante questo pellegrinare delle eruzioni, le cavità che non gèttano liquido vanno stringèndosi e alcune si còprono tutto ad un tratto di un velo sòlido che interamente le chiude. Diminuisce così

il nùmero delle aperture e aumenta nelle rimanenti la attività del lavoro. Le eruzioni avvèngono copiosìssime, si distèndono a considerèvole distanza e, col ripètersi, fanno più volte tutto il giro d'una cavità intorno a cui comincia ad apparire una vera prominenza vulcànica. Tali prominenze incorònano tutte le bocche rimaste aperte le quali per tal modo presèntano l'aspetto e le forme di grandi crateri. Più tardi tutti questi crateri si suggèllano ad eccezione di un solo, verso il quale si concentra da ogni parte l'attività vulcànica del bacino, e che d'allora in poi assume tutti i caràtteri e la dignità di un attivìssimo vulcano.

130. Stante le maggiori difficoltà che il liquido a sgorgare di mano in mano incontra, sia per la maggiore angustia delle cavità, sia per la maggior altezza a cui deve èssere spinto, avviene che le materie sgorgate presèntano, dalle prime alle ùltime eruzioni, un aspetto affatto diverso, ed anche il loro impasto, considerato sotto il rapporto chìmico, appare modificato.

131. Abbiam visto che, a mantener scorrèvole la lava già in gran parte formata da materie consolidate, può bastare che rimàngano lìquide una o poche sostanze che si dicono il veìcolo della lava. Ora le prime eruzioni sono quasi interamente formate dal puro veìcolo che trovàvasi galleggiante nelle parti superiori; poi nelle altre vèdesi il veìcolo trascinar seco di mano in mano copia più considerèvole delle materie già solidificate, e quindi le lave che èscono più tardi sono per sòlito più complesse e di una pasta più densa e più consistente.

132. Giunto il vulcano alla fase di non aver più che una sola apertura, convergendo verso la stessa l'attività spiegata nel consolidarsi da tutta la massa liquida interna, tutti i fenòmeni si còmpiono con una straordinaria intensità. Le continue alternative di rigonfiamento e di contrazione del liquido sono, com'è noto, un fenòmeno necessario. Il liquido rigonfiato sale fino alla sommità del cratere e ne modella l'orlo a linea circolare un po' più ampia della linea precedente; così succede che il cratere va allargàndosi verso l'alto e presenta la forma d'imbuto. Quando il liquido sùpera l'orlo del cratere, trabocca a veri torrenti; questi, moltiplicàndosi, intrecciàndosi, sovrapponèndosi, fanno notabilmente crèscere la prominenza vulcànica; il cratere ad ogni nuovo giro di eruzioni si trova più elevato di prima, e il camino vulcànico si trova allungato. Coll'allungarsi del camino, crescendo l'impedimento alla lìbera uscita dei gas, questi èntrano nel cratere concentrati e impetuosi, invèstono la pasta delle lave che fanno tumefare a guisa di grandi vesciche di cui scàgliano gl'inviluppi spezzati ad enormi distanze; e così alle eruzioni di materie lìquide si congiùngono, o meglio si altèrnano, vere eruzioni di materie frammentarie solidificate.

133. Le cèneri credo che sìano costituite dal pulvìscolo che continuamente tràggono con sè i gas i quali scaturìscono dalle lave, e vanno a raccògliersi sotto la crosta superiore o nelle cavità sotterranee: ivi i gas abbandònano questo pulvìscolo che ricade sopra le lave e forma uno strato di separazione fra esse ed i gas. Nel

medèsimo luogo e per ragioni anàloghe si raccòlgono le altre minute sostanze detrìtiche che qualche volta èscono dalla bocca del vulcano in copia stragrande.

131. Coll'accumularsi dei detriti, col sovrapporsi delle lave, la montagna vulcànica va continuamente crescendo, va facèndosi colossale. Il cratere continua a salire ed òccupa sempre il posto più prominente. Le lave nel loro corso discendente si costruìscono da sè stesse gli àrgini entro cui si tròvano incanalate. Spesso il canale si chiude anche superiormente; allora esse còrrono per lungo tratto nascoste e riappariscono visibili in qualche luogo depresso, dove ristàgnano e vanno allargàndosi. Di quà nuove correnti si dirìgono verso luoghi più bassi, e si moltìplicano, e s'intrècciano, e si accùmulano, come se prendèssero il loro nascimento da un vero cratere. Avviene intanto che il canale si suggella anche all'origine, dove aprivasi il cratere primitivo, e tutta l'attività vulcànica esteriore si concentra nel luogo ove la lava stagnò; quivi comincia il lavoro che edifica una nuova montagna vulcànica portante in fronte il nuovo cratere. Cresce questa montagna fino ad una certa altezza che in generale è maggiore di quella della prima, e poi il cratere, per un processo anàlogo a quello descritto, tramùtasi di nuovo in un luogo più basso ove dà principio al lavoro di una terza montagna; e così di sèguito, finchè dopo averne formate un nùmero considerèvole, successivamente più grandi l'una dell'altra, si fissa sopra una cima più elevata di tutte, dove l'attività vulcànica, ormài esaurita, fa gli ùltimi sforzi e poi si spegne.

135. Questo è il lavoro normale di un vulcano ad attività persistente. Quando il cratere si sposta senza uscir dalla verticale non può che elevarsi; quando si sposta uscendo dalla verticale non può che discèndere. La lava fa spesso un lungo viaggio sotterraneo, perchè prima di emèrgere va a visitare tutti gli antichi crateri; sebbene talvolta avvenga che, là dove si forma in luogo depresso un nuovo cratere, pel calore delle lave sopraincombenti e per la pressione delle lave interiori si stabilisca una novella comunicazione fra l'interno e l'esterno, e così la lava monti addirittura all'ùltimo cratere senza passar pei crateri precedenti già suggellati.

La forma dei monti descritti, pel modo con cui èbbero origine, è generalmente un tronco di cono, eccettuato il più alto che finisce per sòlito acuminato, presentando la forma di un cono senza alcuna troncatura.

136. L'esame, che abbiamo fatto dei fenòmeni esterni del vulcano, può èssere proseguito col mezzo degli sperimenti anche nelle sue parti più riposte dove, quando il liquido si è interamente consolidato, manifèstansi fenòmeni di struttura meritèvoli d'èssere studiati colla più grande attenzione.

137. La materia nell'interno di quèi bacini non si trova informe o distribuita alla rinfusa; ma è invece separata in strati concèntrici e così artificiosamente lavorata da parer piuttosto il prodotto delle forze speciali che presièdono all'organizzazione dei tessuti appartenenti agli èsseri vivi che non l'effetto delle ordinarie forze fisiche generali.

Rotti gli esterni inviluppi che fra loro differiscono nello spessore, nella consistenza, nella struttura, e qualche poco anche nella natura chìmica, si mette allo scoperto il nucleo centrale che differisce nel modo il più spiccato da tutti gl' involucri che lo protèggono. Esso è costituito da una roccia durìssima, assài compatta, a grana fitta cristallina, con struttura sensibilmente radiata e, quasi fosse composto di due valve che si abbràcciano, facilmente separàbile in due metà, secondo il piano orizzontale che passa per l' asse. Nel centro si scòrgono tracce di molte materie diverse affatto disgregate. Il nucleo ha superficie liscia e assài regolarmente incurvata: la sua forma è simmètrica rispetto a tre piani ortogonali passanti pel centro, e presenta l' aspetto di una grande amàndorla. I molti inviluppi, tranne il più esterno, hanno le due superficie esattamente parallele fra loro e parallele a quella del nucleo. L' inviluppo esterno ha l' esterior superficie foggiata a norma delle pareti del bacino, però la superficie interna è pure parallela a quella degli altri inviluppi. La consistenza e la compattezza di questi diversi strati vanno crescendo di mano in mano che si avvicìnano al nucleo.

L'inviluppo esterno, che ha un consideràvole spessore, distìnguesi dagli altri per le seguenti particolarità. È avvolto da una pellìcola fitta e consistente, sotto della quale annìdasi un tessuto lasso e spugnoso, dove i vacui qualche volta acquìstano dimensioni considerèvoli e fòrmano tubi disposti l' uno a ridosso dell' altro, paralleli fra loro, e perpendicolari alla pellìcola esterna da cui

prèndono l'origine. Guardàndoli, sembra di vedere le celle delle api in un alveare. Quella porzione dell'involuppo esterno, che forma la crosta superiore, al di sotto della pellìcola, ha la materia distribuita in tanti straterelli, tutti saldati fra loro, tutti esattamente orizzontali, tutti di uguale spessore. La materia appare stratificata, perchè fra una saldatura e l'altra mòstrasi composta di tante fibre, tutte parallele fra loro e tutte verticali.

138. Finora non era mai occorso ad alcuno di poter fermare la propria attenzione su questi singolari prodotti del regno minerale. Quì vediamo generarsi corpi di forme arrotondate, di quelle forme che si credèttero sempre il retaggio esclusivo dei corpi organizzati; quì vediamo un nucleo compatto separarsi in due parti simmètriche, quasi fòssero i due cotilèdoni di un seme: quì vediamo gl'involucri succèdersi agli involucri, come nei bulbi o nelle cipolle; quì vediamo in mezzo alla moltiplicità delle strutture, come se si trattasse di tessuti vegetali od animali, apparir sempre la medèsima struttura nel medèsimo luogo.

139. Cotal complesso di fenòmeni aggiunge una novella prova a quelle ch'io accumulài, nel mio *Studio sperimentale sull'orìgine delle montagne,* per dimostrare l'esistenza degli organismi minerali. Questa opinione è ormài vecchia per me e ancor troppo nuova per tutti gli altri. Nessuno l'adottò ad onta che, se non vi fosse alcun fatto che ne rendesse testimonianza, avrebbe dovuto ugualmente ammèttersi, perchè riempie una lacuna ch'era in flagrante contraddizione coi più elementari

principii delle scienze naturali. Nel libro citato procurài di mèttere in chiaro come le forze plutòniche siano sempre presenti nella produzione dei fondamentali fenòmeni del regno vegetale e del regno animale; ora ho potuto mostrare come nel regno minerale lavòrino a foggiar la materia in un modo anàlogo a ciò che avviene negli altri due regni. Il bacino vulcànico è da considerarsi come l'uovo che contiene il futuro vulcano e che nel consolidarsi si organizza in modo da doverlo produrre. È un bulbo che alimenta il vulcano crescente colla sua propria materia; e lo stelo gigantesco, che da esso proviene, è ciò che chiàmasi la montagna vulcànica.

140. Queste analogìe, per quanto sìano evidenti, rièscono poco accette ai naturalisti. Fu probabilmente anche per ciò che i mièi principii di geologia fùrono senza alcun serio esame condannati e respinti. Pure l'amore della verità prevale talmente nell'ànimo mio ad ogni considerazione di materiali convenienze, che ritorno un'altra volta alla càrica e cerco di convalidare il mio asserto con nuovi argomenti.

141. A chi ammette che le forze vitali non sono che una particolare combinazione delle ordinarie forze fisiche, non deve parere strano che queste forze, le quali si combinàrono in due modi diversi a produrre nel regno animale e vegetale fenòmeni della stessa natura, sebbene di òrdine differente, pòssano combinarsi anche in un terzo modo, sicchè ne risùltino anche nel regno minerale fenòmeni d'un òrdine meno elevato, ma pure costantemente della stessa natura. Non si vògliono

legami troppo stretti fra il regno minerale e gli altri due regni, per timore che ne venga qualche appoggio all'opinione tanto avversata dell'eterogenia. In quanto a me, non solo io credo alla necessità dell'eterogenia; ma sono assài più stupito di vedere i vegetàbili e gli animali moltiplicarsi secondo le leggi dell'ordinaria riproduzione, che se li vedessi ancor attualmente, come già per certo una volta, organizzarsi spontaneamente, senza progenitori, dal seno di lìquidi capaci di pòrgere ad essi i materiali del loro sviluppo.

142. Pei viventi del regno minerale l'eterogenia è il solo modo di produzione fino ad ora constatato. Le montagne e i vulcani non còntano nè progenitori nè progenie, ma nàscono dalla consolidazione di un liquido capace di alimentarli. Quando ciò sarà più generalmente conosciuto, si troverà naturalissimo e non desterà alcuna maraviglia; ma quanta maraviglia giustamente non desterebbe il vedere per la prima volta un qualche minerale provenire per figliazione da altri individùi preesistenti, sìmili a loro? Ebbene, per qual motivo i tèrmini della questione dovranno prèndersi a rovescio trattàndosi dei vegetàbili e degli animali? Il motivo è che i pregiudizj guàstano la lògica e che noi prendiamo troppo spesso per ragione di un fatto la frequenza con cui esso succede. Tocca alle nuove generazioni ad emancipar la scienza dai pregiudizj di quelle che le han precedute; perciò ho sempre raccomandato ai gióvani, anche allorquando era io stesso incaricato del loro insegnamento, di avere un orecchio nella scuola e l'altro al di fuori.

143. Abbiam descritto un vulcano a lavoro persistente, seguèndolo in tutte le fasi del suo sviluppo dal giorno in cui cominciò a spuntar dalla terra fino a quello in cui chiuse definitivamente l'ùltima sua cima. Se dobbiamo ritenerlo spento, come comunemente si fa, tosto che raggiunse il detto stadio della sua esistenza, siamo costretti a dare il nome di pòstumi ai fenòmeni che succèdono dopo, e che ora passiamo a considerare.

144. Compiuto dal vulcano l'esterno lavoro, rimane imprigionata nelle interne sue vìscere una gran quantità di materia, non ancor consolidata. La solidificazione d'allora in poi non può più procèdere che con somma lentezza; perchè la dispersione del calore è quasi interamente impedita, non potèndosi più effettuare che pei soffioni di gas che sgòrgano da qualche crepaccio e che dànno orìgine alle così dette *fumarole*. Quando il lìquido, come avviene comunemente, è il miscuglio di due o più sostanze consolidàntisi a temperature alquanto diverse, la più refrattaria si consòlida per la prima e dalla fumarola scaturisce il gas che da quella proviene; poi, quando si consòlida la seconda, cambia per sòlito anche la qualità del gas che scaturisce dalla fumarola; e così succede per la terza, e per le altre, fino alla completa solidificazione di tutta la massa. Queste fumarole mantèngono elevatìssima la temperatura delle pietre attraverso a cui pàssano, e alcune rupi per tal cagione appariscono roventi anche per sècoli dopo la chiusura del vulcano. Spesso le fumarole sono càriche di materiali svariati ch'esse abbandònano tosto che giùngono a

contatto di qualche corpo freddo, e così si fanno entro le fenditure delle rocce vulcàniche varj depòsiti di materie cristallizzate. Le rocce, lungamente attraversate dalle fumarole, mòstransi alterate e pel calore sofferto ed anche pei materiali apportati nel loro interno, che ne modìficano la natura chìmica.

145. Col lungo andare il lìquido, oltre modo gonfiàtosi, esèrcita enormi pressioni; tutte le rocce che lo invòlgono hanno le fenditure e le porosità caricate di gas ad una tensione equivalente alla pressione esercitata dal lìquido: quando giunge l'istante in cui la forza espansiva può vìncere le resistenze, innumerèvoli pìccoli scoppj di roccia succèdono nell'interno ed annùnciano l'esplosione del gas che finisce col sollevare il suolo, ròmperne la continuità ed evàdersi attraverso ai crepacci, da cui per ùltimo fa spesso capolino anche il lìquido rinchiuso, il quale si eleva fin là a saldar le parti sconnesse ed a cicatrizzar le ferite.

146. Gli scuotimenti del terreno, prodotti pel rigonfiamento del lìquido, come fùrono di sopra descritti, dèvono succèdersi ad intervalli determinati, sempre maggiori, generalmente parlando, dall'una all'altra volta. Dapprima il lìquido giunge quasi sempre a farsi vedere; più tardi il terreno si apre in varj luoghi, la roccia si strìtola, e i gas eròmpono con violenza; ma il lìquido rimane nascosto nelle profondità della terra. Intanto succede che intere regioni vèngono smosse, portate in alto, o fatte ruotare; immense rupi sono schiantate dalle fondamenta e riposte a giacere in posizioni inusitate

sovra un fianco, o sul dorso. Le prime esplosioni per sòlito tèngono la via stessa che seguìrono le lave allorchè si spostàrono i crateri; e, mentre questi vèngono agitati, sconvolti e scoperchiati, e le linee che li congiùngono si còprono di ruine, il terreno circostante dall' una e dall' altra parte non risente quasi la scossa e rimane affatto incòlume.

147. Ai terremoti di questa specie più tardi si congiùngono quelli che provèngono dal fèndersi che fanno le rocce in virtù della contrazione prodotta dal raffreddamento. Entro le fenditure che si àprono nei luoghi profondi, il lìquido, che pel rigonfiamento sovrabbondava, trova il posto ove annidarsi; e vi s'insinua, e le riempie, e le suggella; ed ivi consolidàtosi separa le rocce fra cui penetrò per mezzo d'una barriera che non si confonde con esse come ci vien dimostrato da quèi *dicchi* che per tal modo fùrono prodotti.

148. Da ùltimo, quando il lìquido è completamente consolidato, divèntano più rari i terremoti i quali non ammèttono più altra càusa fuorchè i fenòmeni che provèngono dal raffreddamento. Su questi terremoti ritorneremo più tardi. Allorchè le rocce hanno raggiunto il pieno raffreddamento, cessa ogni cagione di terremoto, e il terreno non è più soggetto a scuotimento veruno, fuorchè per consenso in càusa dei terremoti delle regioni vicine, o in conseguenza di qualche raro sconvolgimento avvenuto nelle rocce che costituìvano il fondo dell' antico bacino e appartenenti, quanto alla formazione, al perìodo tellùrico precedente.

Articolo V.

Svolgimento di un vulcano a lavoro interrotto.

Descrizione dei varj fenòmeni presentati nella sua formazione da un vulcano a lavoro interrotto — Terremoti provenienti da questi vulcani.

149. Nei vulcani a lavoro esterno interrotto alcuni fenòmeni si còmpiono nel modo istesso di quelli appartenenti ai vulcani a lavoro persistente; mentre altri si prodùcono nelle due specie di vulcani affatto diversamente. Di questi ùltimi particolarmente noi ora ci occuperemo nel far la storia della formazione di un vulcano a lavoro interrotto.

150. Consolidata al di sopra del bacino vulcànico la superiore corteccia rimasta làcera soltanto in alcuni punti dove si scorge il lìquido oscillare e da cui qualche volta trabocca, vèdesi sotto lo sforzo dell'interna pressione arcuarsi il terreno e restar sollevato coll'apparenza di un' onda marina, immobilmente sospesa al di sopra del livello delle acque, e al di sotto di quel terreno sollevato si fa una cavità che si riempie di gas e che continua per lungo tempo ad acquistare estensione maggiore. Questa caverna è, come si è spiegato superiormente, la cagione delle interruzioni dell'esterno lavoro. Infatti, appena che questa è formata, alle regolari e lente oscillazioni del lìquido si sostituiscono eruzioni impetuose e copiosìssime, seguite da un lungo periodo di quiete. Anche qui dopo un certo lasso di tempo avviene

che tutte le bocche tròvansi chiuse, meno una la quale è tenuta aperta dalle materie aeree calde che continuamente vi affluìscono. Il cratere è della sòlita forma ad imbuto e da esso sono eruttati con ìmpeto grande ora torrenti di lave, ora gràndini di pietre, ora nubi di cèneri e di detriti. Le conflagrazioni sono così violente che, quando avvèngono, la montagna traballa e spesso considerèvoli porzioni del cratere diròccano, e, cadendo sulla superficie delle lave, pòrgono nuovo alimento alle dejezioni di materie sòlide frammentarie. La montagna va ingrandendo per l'accumularsi alternato delle correnti di lava e degli ammassi di materie detritiche vomitate od esplose. Le eruzioni, invece di uscire dal cratere terminale, sfògansi spesso dai fianchi o dal piede della montagna; il che proviene, come è fàcile l'intèndere, per le cagioni seguenti. Essendo il monte vulcànico costituito di lave alternàntisi con grandi ammassi di materie incoerenti, la solidità delle sue diverse parti non è tanto grande che esse pòssano resìstere alle continue scosse cui vanno soggette pei movimenti impetuosi del liquido; poichè questo, quando sale, le percuote colla forza di un ariete gigantesco e, quando si ritira, le abbandona tutto ad un tratto senza sostegno all'azione della gravità. Perciò nell'interno delle montagne vulcàniche succèdono frequenti scoscendimenti; cosicchè in varj luoghi le pareti del monte rèstano assottigliate e poco resistenti. Epperò, quando la lava è molto elevata nel camino vulcànico, accade spesso, per la pressione ch'essa esèrcita, che le parti dèboli delle pareti

cèdano e si àprano, lasciando sfuggire le lave le quali, come è noto, in detto caso èscono per sòlito in copia grandìssima. Il vulcano pare che abbia cambiato cratere in quanto che tutti i prodotti della eruzione, invece di uscire dal vèrtice, si vèdono sgorgare dai fianchi. Soltanto le materie più leggiere, come sarèbbero i gas, continuano ad esalare dall'àpice della montagna. È un fatto che in questo caso tutti i fenòmeni vulcànici più apparisenti si verìficano più al basso per mezzo della nuova apertura; ma con ciò non si può dire che il cratere abbia cangiato di posto, in quanto che quello della sommità resta tuttavia aperto; e verrà il giorno in cui riprenderà il completo esercizio delle sue funzioni, mentre la bocca attuale non è che un cratere passaggiero che dopo un'ùnica conflagrazione si chiuderà per sempre. C'è adunque questa notàbile differenza fra il cratere terminale e i crateri laterali, che quello è destinato a dare sfogo ad una serie numerosìssima di eruzioni, mentre che da uno qualunque di questi è un caso estremamente raro che ne abbia luogo più di una. In somma il lavoro di questi vulcani dovrebbe interamente còmpiersi per mezzo del cratere terminale; ma, se l'òpera già fatta ha patito qualche guasto, il vulcano si prende la cura di ripararlo. Per mezzo della pressione esercitata dalle lave distingue le parti logorate, e le làcera per rattopparle. Dove il sajo era sdruscito, il vulcano lo rappezza applicàndovi nuovi strati di lava, ed anzi spesso, affinchè la laceratura non si rinnovi, vi sovrappone a suggello una vera montagna. Allorchè

chiudèndosi il cratere terminale resta aperto un varco alle lave sul fianco della montagna, si dice che il cratere ha cambiato di posto ed è disceso. Allora dal nuovo cratere èscono numerose eruzioni che lo fanno salir di livello e finiscono a portarlo ad altezza maggiore di quello che fu abbandonato. Il cratere può così cangiar di posto varie volte e dare con ciò origine ad un gruppo di montagne vulcàniche; e si dice che il vulcano è spento, quando si chiude il cratere terminale senza che se ne sia aperto qualche altro per sostituirlo.

151. Dopo comincia pel vulcano la fase delle fumarole e dei terremoti, i quali fenòmeni si verìficano a presso a poco nel modo stesso che già fu descritto pei vulcani a lavoro persistente. Altra differenza caratterìstica non si rileva fuorchè una maggiore violenza, più lunghe interruzioni, la ripetizione delle scosse a brevi intervalli, e qualche volta la durazione per lunghìssimo tempo di queste brevi scosse moltiplicate. Gli scoscendimenti provocati dai terremoti sono più frequenti, più estesi e più funesti nei vulcani ora descritti che non negli altri; potendo perfino, come qualche volta avvenne, rovinare le volte delle grandi sotterranee caverne e sprofondarsi entro le vìscere della terra l'intero vulcano. Così fu descritto ciò che accade quando la consolidazione del lìquido terrestre, contenuto entro uno stagno limitato, dà origine ad un solo vulcano. Nell'artìcolo seguente si vedrà che cosa succede, allorchè il bacino vulcànico, invece di èssere un piccolo stagno, è un gran lago, od un mare sterminato.

Articolo VI.

Rapporti dei vulcani tra loro e colle montagne.

I fenòmeni caratteristici delle due specie di vulcani spesso si mèscolano e si confòndono tra loro — I vulcani qualche volta càmbiano specie — Regolari passaggi tra la formazione delle montagne e quella dei vulcani e vario modo di mescolarsi dei due diversi processi — Vulcani sotterranei e formazione dei *filoni* — Vulcani che sòrgono numerosi da uno stesso bacino — Comunicazioni vulcàniche ristabilite per mezzo dei terremoti — Difficoltà di restaurare la topografia degli antichi mari silicei.

152. Abbiamo distinto i vulcani a lavoro persistente da quelli a lavoro interrotto e abbiamo mostrato come si compòrtano sì gli uni che gli altri. Però in natura separazioni così nette e spiccate, quali si fanno per còmodo della teorìa, difficilmente s'incòntrano. Ed anche nel nostro caso troviamo alcune volte una tal compartecipazione di proprietà nei vulcani delle due specie, od un passaggio così graduato degli uni negli altri, da rènderci dubbiosi circa il modo di classificarli. Si hanno frequenti esempj di vulcani a lavoro persistente, i quali in mezzo alla regolarità delle loro brevi remittenze manifèstano di quando in quando un'insòlita energìa, raddòppiano i loro conati, e sèmbrano apparecchiarsi ad una vera conflagrazione. Perfino il nostro mansueto e innocuo Stròmboli non è affatto esente da sìmili velleità. Intèndesi che ciò deve dipèndere da passaggieri impedimenti che l'aria, sviluppàtasi nell'interno, incontra nel suo cammino prima di potersi dispèrdere, per il che

si accùmula e preme come nei vulcani a lavoro interrotto. Invece vediamo spesso i vulcani di quest'ùltima specie prèndere per lungo tempo tutto l'andamento e le apparenze dei vulcani a lavoro persistente, e accontentarsi di ripètere giornalmente con tutta regolarità lo stesso lavoro consistente in esalazioni di colonne di fumo ed in esplosioni di pietre. Quando io visitài il Vesuvio nel Luglio del 1865, era già da molti mesi ch'esso trovàvasi nel detto stato. Vèdesi che ciò deve avvenire ogni qual volta per la spinta dell'aria accumulàtasi negli interni nascondigli, la lava si è recata nel camino vulcànico a grande altezza, e quella porzione di aria, che l'attraversa, giunge alla sua superficie con velocità bastante a produrre le esplosioni. E non solo le due specie di vulcani par che qualche volta si tramùtino gli uffici; ma è certo altresì che può succèdere effettivamente il loro stàbile passaggio dall'una all'altra categoria.

153. Quelli a lavoro persistente, se nel loro interno si fòrmino cavernosità, o generate a poco a poco per la pressione e il calore del liquido, od istantaneamente per qualche subitaneo scoscendimento, càmbiano affatto di natura e divèntano vulcani a lavoro interrotto. Pel contrario i vulcani a lavoro interrotto càmbiano natura e divèntano vulcani a lavoro persistente ogni qual volta la pressione, o il calore del lìquido, consùmino quelle sporgenze della interna cavità, che inceppàvano i lìberi movimenti delle arie e le impedivano di accòrrere al camino per potersi dispèrdere; od anche quando si apre una bocca vulcànica al di sopra del comìgnolo della

caverna, per cui le ariè, che prima là dentro si accumulàvano, non pòssano più trattenèrvisi, ma dèbbano di mano in mano dispèrdersi. Lo Stròmboli anch'esso, in tempi antichìssimi, è stato un vulcano a lavoro interrotto, come ci viene apertamente attestato dalla frequenza colla quale si altèrnano fra loro gli strati delle materie frammentarie e delle materie fluite.

151. Anche la distinzione così netta e recisa, quale fu da noi fatta tra le montagne e i vulcani, è spesso posta in fallo da ciò che avviene in natura. Fra le vere montagne, pullulanti quietamente dal bacino plutònico pei continui trasudamenti del lìquido che va alimentàndole, ed i vulcani a lavoro interrotto, nei quali i parossismi devastatori si avvicèndano coi lunghi periodi di riposo, tròvano posto, quasi anello di congiunzione o ponte di regolare passaggio, i vulcani a lavoro persistente. Se poi il lìquido nella massa plutònica, come spesso accadde, si è trovato in tali condizioni che segnàssero il lìmite fra quelle richieste alla formazione della montagna e quelle per le quali invece si gènera il vulcano, allora, come è naturale, la prominenza dovette formarsi con un processo misto, che tiene ugualmente di quello della montagna e di quel del vulcano; voglio dire che per un certo tempo la prominenza andò crescendo lentamente e per trasudamento, a guisa d'una montagna, e poi per un altro tratto si apèrsero vere gole e crateri vulcànici da cui scaturiva il lìquido, spandèndosi a guisa di correnti di lava; poi tornàrono i crateri a chiùdersi e la prominenza a crèscere come

montagna; poi di nuovo riappàrvero le aperture e gli spandimenti vulcànici: anzi avvenne spesso che la prominenza crebbe a guisa di montagna, mentre che da qualche punto della stessa usciva il lìquido a torrenti come da un vero vulcano. Infine è a considerarsi che sbucciàrono qualche volta vere montagne sulla sommità di prominenze vulcàniche; e, viceversa, si aprìrono crateri vulcànici sulla sommità di vere montagne. Il primo caso si dovette presentare ogni qual volta il lavoro vulcànico si compieva per mòdo da moltiplicare di mano in mano gl'impedimenti al moto del lìquido; cosicchè, moderàndosi la velocità di questo, potè negli strati superiori completarsi quella rete che è la condizione indispensàbile alla formazione della montagna. Si presentò invece il secondo caso, allorchè la montagna, rastremàndosi troppo rapidamente, teneva imprigionata nelle proprie vìscere una quantità di lìquido sproporzionatamente più grande di quella che sarebbe stata necessaria pel suo regolare compimento. Allora di sòlito, pel soverchiante impulso del lìquido, questo giungeva ad aprirsi una qualche lìbera uscita fino alla sommità della montagna: di là sgorgava con ìmpeto, poi scompariva per riapparire ad intervalli, e còmpiere la montagna con un lavoro vulcànico. In tal caso dèvono trovarsi le cime vulcàniche delle Cordigliere d'Amèrica.

155. Dirò finalmente che vi fùrono prominenze le quali crèbbero lentamente con tutta la regolarità caratteristica delle vere montagne, mentre sotto alla loro base e nel loro interno i movimenti del lìquido succedèvano

impetuosi, e con tutte le irregolarità che caratterizzano i veri vulcani, non per trasudamento ma per correnti, non tra le porosità di una spugna, ma dentro lunghi e tortuosi canali. Si può dire che in questo caso esisteva un vulcano sotterraneo, di cui gli effetti prima di pronunciarsi all' esterno perdèvano il loro caràttere proprio, vestendo quello delle montagne. Ogni qual volta nel fondo del bacino, od a galla sul liquido terrestre, esistèvano considerèvoli ammassi di liquidi di natura speciale, nel caso che questi fòssero meno refrattarii del liquido terrestre, dovèvano èssere gli ùltimi a consolidarsi, e dalle ùltime arie che sviluppàvansi in seno al bacino, quando essi stessi cominciàvano a rappigliarsi, dovèvano èssere spinti in tutte le cavernosità e in tutti i condotti vulcànici, e presentare dentro gli stessi la giacitura propria dei *filoni*.

156. Tutti i descritti modi di combinarsi ed avvilupparsi delle montagne coi vulcani esìstono effettivamente in natura; e la teoria nostra doveva fàrceli prevedere, stante la stretta parentela che le montagne tèngono coi vulcani e stante che le une e gli altri sono produzioni di lìquidi ànaloghi, posti in circostanze appena appena diverse.

157. Ora ci resta a prèndere in considerazione i rapporti che i vulcani pòssono avere gli uni cogli altri.

Quando il bacino vulcànico òccupa una vastìssima estensione, nàscono dal seno dello stesso numerosi vulcani i quali pòssono èssere l'uno dall'altro lontanìssimi; ma, generalmente parlando, sono disposti in una zona

assài sviluppata nella lunghezza, poco nella larghezza; il che succede per la ragione seguente. Il rigonfiarsi della crosta lungo una linea, prossimamente parallela a qualcuna delle pareti del bacino, è il primo fenòmeno che si manifesta; poi la zona rigonfiata si fende verso l'alto, ed è nella fenditura allargata e ramificata che affluisce il lìquido da varii punti, al di sopra dei quali vanno poi formàndosi i vulcani. Da principio quelle bocche, quantunque lontanìssime, si tròvano in comunicazione fra loro e i fenòmeni, che in esse succèdono, camminano di pari passo e mòstransi solidarj; ma, più tardi, nell'interno della lunga spaccatura e del vasto bacino sottoposto si fòrmano varii sòlidi sepimenti che sepàrano lo spazio in tante cavità distinte quanti sono i vulcani; d'allora in poi si vede in questi cessata ogni solidarietà di lavoro e i vulcani, emancipati da ogni recìproco legame, divèntano affatto indipendenti. Giunti a questo stadio di formazione, si compòrtano esattamente come quèi vulcani solitarii nati da uno stagno, di cui si è più sopra discorso; e ciò, qualunque sia il tipo à cui appartèngano.

158. Appena che il bacino vulcànico si trova diviso in varie càmere, comìnciano i terremoti ad infuriare lungo le pareti delle càmere stesse, e scuòtono regioni estese e lontane, ora simultaneamente, ora passando successivamente dall'una all'altra. Qualche volta i terremoti spàccano le dette pareti; cosicchè avviene che per alcun tempo si ristabiliscano lìbere comunicazioni fra vulcani ch'èrano dapprima interamente divisi.

159. Poche cose si pòssono stabilire con sicurezza circa l'estensione e la disposizione degli antichi mari di liquido terrestre; bisogna a questo riguardo accontentarsi di accennare congetturalmente quanto ha l'apparenza di non èssere inverisìmile. È un fatto intanto che le terre attuali òccupano le parti più prominenti del globo e si formàrono per la consolidazione e il rigonfiamento del liquido terrestre: d'altronde è indubitàbile che questo, appunto perchè liquido, doveva occupare sulla superficie della terra i luoghi più depressi. Diremo adunque che, dappertutto dove una volta vi era depressione, ovvero mare, adesso vi sia protuberanza, ovvero terra? Diremo che le terre attuali stanno là ad indicarci l'ubicazione dei mari d'allora? Ciò dovrebbe èssere, se le terre fòssero effettivamente sorte dai mari silicei al di sopra dei luoghi ove questi esistèvano. Ma qui dobbiamo ricordare che il liquido, prima di dare orìgine alle terre consolidàndosi, si era gonfiato spandèndosi tutt'all'intorno ed inondando grandi estensioni di paese; tanto più che la terra d'allora doveva avere sporgenze in piccol nùmero e di non grandi altezze, sia perchè il liquido del perìodo precedente fosse stato poco plutònico, sia perchè le prominenze originarie fòssero state in gran parte distrutte dall'attivissimo lavoro di livellamento, che dovèvano sovr'esse esercitare le metèore turbinose e le correnti devastatrici della silice aerea e liquefatta. Pertanto le nostre terre potèvano sòrgere fuori dai lìmiti degli antichi mari silicei ed al di sopra delle regioni recentemente inondate. Però non potèvano

sòrgere molto lontano dalle coste ovvero nei luoghi allora i più elevati i quali essendo rimasti al paragone depressi si tròvano al presente coperti dalle acque dei nostri mari. E così s' intende anche il perchè, nella maggior parte dei casi, le prominenze vulcàniche sòrgano dal fondo del mare a distanza non grande dalle coste, e siano allineate per modo da còrrere assài spesso quasi a queste parallele.

160. Ciò che si è detto finora risguarda i fenòmeni geològici, quali si dovèvano compire sulla superficie della nostra terra in conseguenza del plutonismo del lìquido che nel periodo tellùrico precedente circolava sopra di essa, fatta astrazione da tutte le modificazioni che i detti fenòmeni dovèttero subire per la resistenza opposta al loro svolgimento dalla presenza dell' atmosfera, dell' acqua e dei prodotti del regno vegetale ed animale. Ora dobbiamo prèndere in particolare considerazione l'influenza esercitata dai detti agenti, e le qualità delle accennate modificazioni; e ciò formerà la materia del *Capo* che segue.

CAPO TERZO

FENÒMENI GEOLÒGICI MODIFICATI

Articolo I.

Distribuzione della materia.

Alterazioni dell'orografia per càuse non geològiche — Dune e morene — Ghiacciài — Càuse che appòrtano modificazioni ai fenòmeni geològici.

161. Abbiam fatta un'anàlisi così minuta dei principali fenòmeni geològici che ormài dovremmo sentire il bisogno di vòlgere lo sguardo sulla superficie della terra per procurarci la soddisfazione di dire: ecco come da per tutto i fatti concòrdano colla teorìa! Tali fatti per verità si potrèbbero trovare in copia; ma diciàmo pure schiettamente che anche in molti c'incontreremmo nei quali l'accennata conformità non si potrebbe facilmente ravvisare. Sarà l'esame della terra la pietra di paragone della nostra teorìa; ma molte considerazioni dobbiamo ancora premèttere, se vogliamo istituir questo esame con vero profitto.

Quando, per es., vediamo spòrgere in nùmero considerèvole dalle acque del mare certe ìsole fatte ad anello, denominate *atolle*, ci troviamo nell'impossibilità di spiegare come mai le forze plutòniche o vulcàniche pòssano averle generate; ed anzi, verificato che la loro ossatura è un banco di corallo, intendiamo ch'esse non dèvono la loro origine alle forze accennate, ma fùrono invece il prodotto del lavoro accumulato di molte generazioni di zoofiti.

Se domandiamo chi ha fatto scomparire sotto le sabbie del deserto una porzione dell'antico Egitto, dobbiamo rispòndere: i venti; se domandiamo chi ha donato all' Egitto tutte le nuove regioni in vicinanza del mare, dobbiamo rispòndere: il fiume.

Che adunque, oltre le forze plutòniche e vulcàniche, si dovèssero considerare come agenti geològici anche gli animali, anche l' aria, anche l' acqua?

Relativamente a tal questione già feci conòscere il mio avviso all'*Articolo VII del Capo I*; ora credo di poter dichiarare che i tre fenòmeni di sopra accennati non sono geològici; ma èntrano a far parte di quelli che appartèngono alla geografia fisica. Infatti, se vedremo un'atolla sopravvanzare per gran tratto alle acque del mare, considerando che il corallo non può vivere o fabbricare il suo polipajo fuori dell' acqua, conchiuderemo che quell'ìsola non tròvasi più rispetto al livello del mare nella sua posizione originaria, e che il mare deve èssersi ritirato, o, ciò che è più probàbile, che il letto del mare, ove l'ìsola è fondata, deve èssersi alzato.

Così la giacitura dell'ìsola potrà fornirci la conoscenza di un fenòmeno geològico che avrebbe potuto senza di essa passare inosservato; ma, se la sua esistenza vale a gittare un raggio di luce fra le tènebre della geologìa, non è però essa medèsima da considerarsi come un vero fenòmeno geològico. A questo tìtolo non vi sarebbe conchiglia, o pesce fòssile, o vegetàbile impietrito, che non dovèssero costituire altrettanti fenòmeni geològici, e molti naturalisti infatti la pènsano così; ma io credo di non ingannarmi asserendo che la paleontologìa è rispetto alla geologìa ciò che la numismàtica è rispetto alla storia, e che, come la numismàtica sebbene di tanto sussidio alla storia non è da confòndersi con essa, così anche la paleontologìa non è da confòndersi colla geologìa. La questione come si vede va risolta diversamente secondo la definizione che si adotta, e i geòlogi partendo da altre definizioni la risòlvono diversamente da me.

Nell' invasione che di alcune provincie dell' Egitto facèvano le sabbie mosse dai venti, e negli interrimenti operati dal Nilo, noi rileviàmo l' incessante lavoro di alcune forze le quali, se potèssero ottener pienamente il loro intento, finirèbbero col demolire tutte le sporgenze della terra e riempire tutte le cavità, per modo da restituire alla superficie terrestre la sua figura normale, cancellando ogni traccia di fenòmeno geològico. Le forze geològiche fùrono quelle che turbàrono il livello uniforme della superficie terrestre; l'aria e l'acqua non fanno sulla superficie della terra che un lavoro di livellamento; dunque distrùggono la geologìa e non la fanno.

162. Le eccezioni a questo principio sono poche ed insignificanti, e non si còmpiono che in circostanze affatto speciali ed entro lìmiti di spazio assài ristretti. Tali sarèbbero sulle coste di qualche mare le dune che vi si vanno formando, ed alla base di qualche grande montagna quegli accumulamenti di materiali incoerenti, prodotti dal moto de' ghiacciài, che si denòminano *morene*.

163. E quì, lasciando a parte la dìsputa se i fenòmeni provenienti dai ghiacciài siano in istretto senso geològici o non lo sìano, se appartèngano alla geologìa del tempo presente o non sìano invece che una primizia della geologìa dei tempi futuri, di quella, cioè, che sarà prodotta dal consolidamento generale dell'acqua; siccome per lo straordinario sviluppo ch' essi èbbero in època remota sèmbrano accennare all'esistenza di temperature terrestri assài più depresse delle attuali, e con ciò infirmare il semplicìssimo principio da noi ammesso, che tutti i fenòmeni presentati dalla terra nel suo svolgimento si lèghino al fatto fondamentale di un continuato progressivo raffreddamento, così non possiamo esentuarci dal tenerne discorso. Sarà pertanto la prima questione di cui ci occuperemo; ma però non la tratteremo che sotto il punto di vista superiormente accennato, ossìa nello scopo di dimostrare come lo straordinario sviluppo, avvenuto in altra època dei terrestri ghiacciài, possa perfettamente accordarsi col rammentato principio, ed anzi presti novelli argomenti per confermarlo.

164. Riconosciuto che i vegetàbili e gli animali, ad onta delle atolle, dei banchi di creta e dei grandiosi

depòsiti fòssili, non vàlgono a modificare sensibilmente la figura normale della terra; riconosciuto che l'aria e l'acqua col consumare le rocce, e col trasportare e rimaneggiare i detriti, non vàlgono a produrre fenòmeni che mèritino di essere considerati come geològici, parrebbe quasi che il *Capo* presente non avesse più alcuna ragione di esìstere. Ma, se noi consideriamo che l'aria e l'acqua avèvano già cominciato a funzionare prima ancora che i fenòmeni geològici del nostro periodo tellùrico avèssero il loro principio, e se consideriamo che esse ricopèrsero la terra di detriti prima ancora che sorgèssero le attuali montagne, e che sempre intervènnero e fùrono costantemente presenti per tutta la durata di un qualsivoglia fenòmeno geològico, intendiamo senza altro ch'esse dèvono avere fatta sentire nella produzione degli stessi la loro influenza, altèrandoli, modificàndoli ed improntàndoli con segni particolari incancellàbili. Noi sappiamo come i fenòmeni geològici avrèbbero dovuto còmpiersi se l'acqua e l'atmosfera non avèssero esistito, e possiamo con facilità rilevare le modificazioni ch'esse vanno producendo nei fenòmeni vulcanici che ancora si còmpiono sotto ai nostri occhi. Queste cognizioni ci serviranno di guida onde tentare di mèttere in chiaro quelle più grandi modificazioni che dalla presenza dell' aria e dell' acqua fùrono apportate nei fenòmeni geològici dei tempi antichi.

Artìcolo II.

L'època glaciale

Època glaciale e suòi rapporti colla temperatura terrestre — Distinzione fra ghiacciài ed ammassi di ghiaccio — Sotto qual riguardo ai ghiacciài giovi il freddo — Sotto quale altro riguardo ai ghiacciài giovi il caldo — Dipendenza de' ghiacciài dalla temperatura terrestre — Ingrandimento de' ghiacciài per temperature diminuenti — Ingrandimento de' ghiacciai per temperature crescenti — Temperatura terrestre corrispondente al màssimo sviluppo de' ghiacciài — Difficoltà di determinare una tale temperatura — La detta temperatura doveva èssere maggiore dell'attuale — Anche la potenza degli antichi fiumi conferma una tal verità — Màcchina per fabbricare il ghiaccio — Influenza dei cambiamenti orogràfici — La recente emersione di vaste estensioni di terre è un fenòmeno favorèvole allo sviluppo dei ghiacciài — La vera càusa dell'època glaciale è che la terra allora era più calda.

165. È noto che cosa sono i ghiacciài alpini. Tèngono la sede sulla vetta dei monti più alti, d'onde stèndono in basso le poderose braccia ad occupare le regioni adiacenti. Dall'estremità inferiore dei ghiacciài scaturìscono acque perenni, ed essi medèsimi sono in continuo movimento, ora distendèndosi nella valle e guadagnando nuovo terreno, ora ritràendosi verso l'alto e abbandonando il terreno acquistato. Muòvonsi, e nei loro movimenti di discesa tràggono seco tutti i materiali che stràppano dal fondo o dalle pareti e quèi che càdono sovr'essi, e tutti li fanno convèrgere verso linee determinate, e li accùmulano in grandi ammassi, detti *morene,* cui le forme distinte e la compàgine particolare impròntano d'un marchio tutto proprio e caratteristico.

Ora di queste morene, moltìssime si sono scoperte assài lontane da tutti gli attuali ghiacciài, ed esse sono là ad attestarci colla loro presenza, che vi fu un'època nella quale i ghiacciài èrano molto più numerosi e molto più estesi che non al presente. Dopo che Charpentier ha posto in chiaro questa grande verità, molti fenòmeni che prima èrano oscurissimi ricevèttero la più completa spiegazione.

166. Gli incantèvoli laghi di Lombardìa, pieni di tante delizie che si direbbe li avesse fatti la Natura in un momento di ebbrezza felice, provàrono anch'essi le avversità del destino e soggiàcquero senza difese all'infesta dominazione d'un nòrdico devastatore. La lunga via che li separa dai gioghi alpini inaccessìbili, ove il ghiacciajo tròvasi ora confinato, era un tempo interamente occupata dall'immane colosso; cosicchè le ricche valli, i terreni ubertosi della pianura, le spiagge ridenti del lago, il lago stesso, tutto era divenuto sua preda, tutto era scomparso sotto immense moli di ghiaccio, che, quanto toccàvano, colpìvano di sterilità e convertìvano in deserto. Mèrita d'èsser letta a questo propòsito un'eccellente memoria pubblicata da Giovanni Omboni nel III volume degli Atti della Società Italiana di Scienze in Milano, avente per tìtolo: *I ghiacciài antichi ed il terreno erràtico di Lombardìa,* ove si vèdono tracciati con mano maestra i confini, le diramazioni, i movimenti e tutte le particolarità degli antichi grandi ghiacciài che invàsero il Lario ed il Verbano. Molti altri naturalisti si occupàrono dello stesso argomento, e tutti si

trovàrono d'accordo nell'ammèttere che vi fu un'època nella quale i ghiacciài della terra si èrano smisuratamente sviluppati e avèvano acquistato proporzioni affatto straordinarie. Era forse allora più depressa la temperatura media della superficie terrestre? Siccome una tale temperatura si è ormài resa indipendente dalle fonti di calore che la terra contiene nel suo grembo, così a spiegare quel freddo bisognerebbe ammèttere, o che fòssero state meno ardenti le irradiazioni del sole, o che il sole insieme coi pianeti che gli fanno corona avesse allora attraversata una plaga del firmamento più fredda di quella dove ora si trova. Nè l'una, nè l'altra di queste ipòtesi, sebbene altamente improbàbili, si può rigettare colla qualificazione di assurda. Però, se l'una o l'altra si fosse mai verificata, avrebbe lasciate impresse sulla terra tracce ben più profonde che non sìano la moltiplicazione e la dilatazione dei ghiacciài. La questione meriterebbe d'èssere quì discussa e approfondita se il raffreddamento della terra si dovesse proprio considerare come una condizione indispensàbile al fenòmeno di cui si discorre. Invece una tale necessità non solo è problemàtica, ma vi sono buone ragioni per indurci a crèdere il contrario, cioè che quell'eccezionale sviluppo nella massa dei ghiacciài fosse in relazione con una temperatura della superficie terrestre maggiore della media attuale; nel quale caso l'incremento dei ghiacciài sarebbe stato la natural conseguenza dell'antico maggior calore della terra, e aggiungerebbe una nuova conferma a questo fatto già conosciuto.

A procèdere nella dimostrazione gioveranno le seguenti considerazioni.

167. Un ghiacciajo non è da confòndersi con un ammasso di ghiaccio. I caràtteri di questo sono la stabilità e l'inerzia; mentre in quello la materia è in uno stato d'instancàbile attività: si rimuta, si àgita, si muove. Il ghiacciajo inoltre ha bisogno di èssere continuamente alimentato, senza di che in breve tempo scomparirebbe; e ciò che alimenta il ghiacciajo è la neve che dalle nubi cade in quantità sommamente grande sulla cima di quèi monti ove esso tiene la sua sede.

168. Ciò stabilito, s'intende come il ghiacciajo non potrebbe formarsi senza un terreno abbastanza freddo perchè la neve caduta vi faccia presa e tanto vi duri che altra neve possa sopraggiùngere, od a far crèscere il ghiacciajo, o a rimpiazzare il ghiaccio scomparso. È chiaro che il ghiaccio non avrà potuto stabilirsi sulla terra finchè questa era rovente, e che allora nessun ghiacciajo avrà potuto formarsi; ed è chiaro parimente che, dopo la prima comparsa dei ghiacciài, questi avranno continuato per lungo tempo ad ingrandirsi quanto più andava deprimèndosi la temperatura della terra.

169. Siccome però il ghiacciajo per alimentarsi ha bisogno della neve che proviene dalle nubi, non può mèttersi in dubbio che un'altra indispensàbile condizione pel suo ingrandimento non debba èssere l'abbondanza dell'alimentazione. Quanto più cadrà di neve in un tempo determinato sopra un dato terreno, tanto maggiore spazio dovrà occupare il ghiacciajo che si alimenta

di quella neve. Ora la neve è in proporzione della massa delle nubi e questa è in diretto rapporto coll'abbondanza dell'evaporazione la quale, come è noto, cresce con l'aumentare della temperatura. Da ciò deriva la conseguenza che il ghiacciajo dovrebbe acquistare uno sviluppo tanto più considerèvole quanto è più grande la media temperatura della superficie terrestre.

170. Vediamo pertanto che l'incremento de' ghiacciài dipende dalla temperatura media della superficie terrestre in due modi affatto differenti, anzi opposti fra loro. Per una ragione la diminuzione della temperatura permette al ghiacciajo di maggiormente ingrandirsi, per l'altra ragione è invece l'aumento della temperatura, che fa ingrandire il ghiacciajo, fornèndogli maggior copia di materiali per la sua alimentazione. Dunque in ùltima anàlisi qual sarà l'effetto prodotto sopra i ghiacciài da un dato cambiamento di temperatura? Diminuendo questa, il ghiacciajo si dilaterà ad occupare spazii maggiori, ovvero si restringerà entro minori confini?

171. Abbiamo già detto che quando la terra era rovente non potèvano formarsi ghiacciài: questi cominciàrono ad apparire dopo che le temperature terrestri si èrano considerabilmente diminuite. Allora è certo che alle ulteriori diminuzioni di temperatura corrispondèvano progressivi aumenti nella grandezza dei ghiacciài. Ma ciò fino ad un certo limite e non più.

172. Prendendo ora a considerar la questione dall'altro estremo, se immaginiamo che sulla terra divenuta freddissima, l'acqua sìasi interamente rappresa in

ghiaccio, e più non rimanga nell' atmosfera traccia alcuna di vapore àcqueo; è chiaro che allora, per mancanza d'ogni alimento, non potrebbe più sulla superficie della terra formarsi alcun vero ghiacciajo.

La sìlice sulla superficie lìbera della terra è già in totalità consolidata, ed alla formazione dei ghiacciài silicei non è certo il freddo che manchi; ma, non essèndovi più vapori di sìlice in seno all' atmosfera, manca la neve silicea della quale soltanto il ghiacciajo dovrebbe alimentarsi. Perciò, se anche in altri tempi vi fòssero state le condizioni necessarie alla formazione dei ghiacciài silicei, ora di questi non esiste più alcuna traccia; e pel soverchio raffreddamento della terra riconosciamo l'impossibilità della loro esistenza. Del pari, quando la terra fosse ridotta così eccessivamente fredda come si è di sopra supposto, non vi sarèbbero più i ghiacciài acquosi e non vi potrèbbero più èssere. Vediamo adunque che, a prèndere le mosse da quel punto, bisognerebbe che la temperatura media della superficie terrestre crescesse d'assài, affinchè una qualche traccia di ghiacciajo potesse cominciare ad apparire; e d' allora in poi agli ulteriori accrescimenti di temperatura dovrèbbero corrispòndere progressivi aumenti nella grandezza de' ghiacciài. Però anche quì l' accrescimento de' ghiacciài non terrà dietro indefinitamente agli aumenti della temperatura, ma ciò succederà fino ad un certo lìmite e non più.

173. Abbiamo constatato che ai due opposti estremi delle temperature considerate non esìstono ghiacciài, che i ghiacciài comìnciano a comparire quando da una parte

e dall'altra le temperature, allontanàndosi da quèi due estremi, vanno fra di loro avvicinàndosi; e poichè coll'avvicinarsi delle temperature tanto da una parte quanto dall'altra, sèguitano a crèscere i ghiacciài, così il màssimo sviluppo degli stessi dovrà verificarsi quando le due serie di temperature, continuamente avvicinàntisi, finiranno coll'incontrarsi; il che significa, che vi deve èssere una certa determinata temperatura della superficie terrestre, compresa tra i due estremi superiormente accennati e non troppo ad essi vicina, alla quale corrisponde il màssimo sviluppo de' ghiacciài.

174. Resterebbe a determinare questa temperatura; ma le cognizioni che si hanno circa le leggi dell'evaporazione e del disgelo, sono assài lontane dal bastare pel caso presente. Ciò mi fa sentire più vivamente il rammàrico di non aver potuto dar sèguito ad un mio vecchio progetto di studiare anche la meteorologìa col mètodo sperimentale. È certo che si raccoglierèbbero dati preziosi per la soluzione di molte questioni assài complicate e che la scienza ne trarrebbe grande vantaggio; ma l'apparato per le esperienze non è alla portata della modesta fortuna di un privato; e, in quanto a me, ci ho pensato qualche volta come si pensa ad un caro sogno senza che si abbia la speranza di vederlo un qualche dì verificato.

175. Non potendo investir la questione coi mezzi sperimentali che nelle presenti imperfezioni della scienza avrèbbero potuto soli guidarci ad una soluzione attendìbile rinuncieremo alla pretesa di conòscere il giusto

valore della temperatura terrestre a cui corrisponde il màssimo sviluppo dei ghiacciài e ci accontenteremo di restringere per modo il campo dell'indeterminazione che almeno si sappia, se la detta temperatura stìa al di sopra ovvero al di sotto della temperatura attuale.

176. Le acque dei mari èrano forse ancora bollenti che già cominciàvano le nevi a rovesciarsi in gran copia sulle più elevate montagne, dove per altro non potèvano accumularsi, perchè rapidamente si convertìvano in acqua. Però questo incessante liquefarsi delle nevi doveva raffreddar talmente il terreno sottostante che il tempo per le successive liquefazioni doveva sempre più prolungarsi; d'onde a poco a poco si stabilìvano le condizioni perchè il ghiacciajo potesse cominciare a mètter radice, e a rèndersi permanente. Il freddo, mantenuto nelle regioni circostanti dalla presenza del ghiacciajo, facilitava il suo ingrandimento che d'altronde era pure promosso dal continuo raffreddarsi della superficie terrestre. È facile il comprèndere che a procurare ai ghiacciài una mediocre grandezza, sìmile a quella che ora possèggono, non doveva richièdersi nè un tempo lunghìssimo, nè che la terra di troppo si raffreddasse. Il fatto doveva certo verificarsi quando le acque del mare èrano ancora calde, o almeno tepenti. Nè a quella temperatura poteva corrispòndere il màssimo sviluppo dei ghiacciài; perchè in tal caso avrèbbero essi dovuto d'allora in poi continuamente scemare, nè avrèbbero potuto trasmèttersi fino a noi dotati ancora della stessa grandezza. Se adunque sotto l'influenza di quella calda

temperatura i ghiacciài èrano già grandi come al presentè, senza aver raggiunto il loro màssimo, se ne deduce la conseguenza che il màssimo in questione doveva avvenire ad una temperatura interposta tra quella troppo calda di allora e quella troppo fredda di adesso; il che significa, che la temperatura della superficie terrestre, a cui corrisponde il màssimo sviluppo dei ghiacciài, doveva èssere superiore alla temperatura attuale. La conclusione è adunque che il grande sviluppo, assunto dai ghiacciài nei tempi antichi, attesta che la terra era allora più calda, e porge una conferma del principio, da noi stabilito, che i varj aspetti presentati dalla terra nel suo svolgimento sono le conseguenze delle continue degradazioni della sua temperatura.

177. Del resto è chiaro che l'esistenza di tanti ghiacciài, così largamente sviluppati, doveva rèndere molto rìgido il clima, non solo della regione da essi occupata, ma ben anche delle regioni adiacenti, ove scorrèvano i fiumi dell'acqua gèlida che da essi scaturiva, ove spiràvano gli àlgidi venti che da essi prendèvano le mosse. Dominava adunque allora una ragguardèvole opposizione di temperatura tra le regioni marìttime e quelle alquanto elevate, sedi di numerosi e vasti ghiacciài.

178. Si può trattar la questione anche mettèndosi sopra una via tutta diversa e noi vedremo che si giunge ugualmente alla stessa conclusione.

Fra il volume delle acque trasportate al mare dai fiumi, e la potenza dei ghiacciài dov' essi tèngono le loro principali sorgenti, deve esistere evidentemente una

stretta connessione; cosicchè si deve crèdere che ad alimentar grandi fiumi occòrrano grandi ghiacciài. Stabilita l'esistenza di questo rapporto, dimentichiamo per un istante i ghiacciài, e portiamo l'attenzione sui cambiamenti di grandezza che subìrono i nostri fiumi.

179. I nostri fiumi attuali ci presèntano lo spettàcolo di meschini rigàgnoli serpeggianti per l'ampio letto di alvei grandiosi destinati a contenere poderose correnti. Dalla dimensione degli alvei possiamo giudicare della grandezza dei fiumi antichi.

Ridoniamo col pensiero ai nostri pìccoli fiumi l'antica potenza e ricordiamo che tutto l'ammasso di acqua ch'essi travolgèvano traeva la sua principale orìgine da una naturale distillazione delle acque del mare. Chi non sente che allora questo processo doveva èssere molto attivo mentre il prodotto era tanto copioso? Chi non sa che deve cercarsi nel calore l'agente principale della distillazione delle acque del mare? Da queste elementari cognizioni esce affatto spontaneo il seguente raziocinio: fiumi più ricchi d'acqua suppòngono una più attiva evaporazione delle acque del mare, e questa suppone una più elevata temperatura della superficie terrestre.

La diminuzione del volume delle acque correnti è una conseguenza naturalissima della diminuzione della media temperatura della superficie terrestre; e non può mèttersi in dubbio che quando gli alvei dei nostri fiumi, invece d'èssere quasi in secco, rigurgitàvano d'acqua, doveva la temperatura media della superficie terrestre èssere più elevata che non al presente. Ora pel rapporto

superiormente avvertito tra la grandezza dei fiumi e quella dei ghiacciài, si conclude che, quando i fiumi èrano più grandi, dovèvano èssere più grandi anche i ghiacciài, e che l'època glaciale si verificò sotto l'influenza d'una temperatura terrestre maggiore dell'attuale.

180. La recente bellìssima invenzione, dovuta al Carré, di una màcchina per fare il ghiaccio è appoggiata ad un principio, che ha una qualche analogìa col processo tenuto dalla natura nel fabbricare i ghiacciài. Nel grande alambicco della natura gli strati superiori dell'atmosfera funziònano come un attivìssimo refrigerante, dotato costantemente di una bassìssima temperatura: invece il Carré, nella sua màcchina, ha dovuto ricòrrere all'ingegnoso espediente della ràpida evaporazione dell'ammonìaca per procurarsi artificialmente l'indispensàbile refrigerante. Nel primo caso la forza è impiegata a mandar l'acqua a contatto del lontanìssimo refrigerante, nel secondo caso invece è impiegata a mantener costantemente attivo un buon refrigerante a contatto dell'acqua, ma tanto nell'un caso come nell'altro il meccanismo è posto in azione dal calore, e la quantità di ghiaccio che si produce è in proporzione del calore che vi s'impiega.

181. Secondo lo Stoppani il grande sviluppo dei ghiacciài sarèbbesi verificato simultaneamente in tutte quante le regioni terrestri; così sulla cima dei monti, come alla riva del mare, e avrebbe avuto la sua cagione in un effettivo raffreddamento della superficie terrestre. Fa cenno di varie ipòtesi che s'immaginàrono per dar

spiegazione del fatto, e si trattiene a sviluppar lungamente quella dovuta ad Escher de la Linth, che a lui sembra, quando le si dia la dèbita estensione, soddisfar pienamente alle condizioni del problema. È certamente giusto ed ingegnoso il ragionamento che serve di base ad Escher de la Linth per fabbricarvi sopra la sua ipòtesi. Egli dice: i venti caldi che strùggono in copia e rapidamente le nevi sui gioghi alpini provèngono dal deserto di Sahara; se questa vasta regione infocata non esistesse, cioè, se il piano del deserto giacesse tuttavia sott'acqua, e fosse ancora, come par che già fosse, il fondo di un mare, allora quèi venti mancherèbbero, e le nevi non consumate potrèbbero accumularsi in quantità smisurate, e dare origine a ghiacciài dotati di straordinarie dimensioni.

182. Lo Stoppani ammette il principio, ma fa riflèttere che i venti caldi, struggitori delle nevi alpine, non provèngono dal deserto di Sahara ma dall'Amèrica meridionale, e dimostra come a spiegare il complesso dei fenòmeni presentati dall'època glaciale, non basta immaginar sommersa una sola regione, ma è necessario l'ammèttere che siano state sommerse simultaneamente molte altre regioni appartenenti ai climi caldi; per cui, mancando le irradiazioni calorifiche provenienti da quelle terrestri fornaci, tutti quanti i climi della terra avèssero dovuto nel tempo stesso raffreddarsi.

Il principio che poteva assùmersi per buono a spiegare l'accrescimento de' ghiacciài in qualche caso speciale, pare che non si presti ad una maggiore estensione;

e, volèndolo far servire ad una spiegazione generale, si corre il pericolo di volerne cavare di più di quanto esso contiene. Infatti, mentre il disparir di una vasta regione, produttrice di venti caldissimi, può èssere càusa di un notèvole raffreddamento in quèi paesi, verso i quali quèi venti abitualmente spiràvano, è molto dubbio che ciò debba produrre alcuna effettiva diminuzione nel complesso delle temperature terrestri, in quanto che è sempre la stessa copia di calore quella che dal sole viene irradiata sulla terra; e, se di questa una qualche porzione è dalla terra senza alcun proprio profitto rimandata ancora negli spazj celesti, maggior copia, sembrerebbe, ne dèbbano mandare disperse le àride sabbie del deserto che non le acque del mare. Se la terra, qualunque sia il suo stato orogràfico, riceve sempre in un dato tempo la stessa quantità di calore, mentre per la diversità dell'orografia potranno variare le temperature medie di determinate regioni, questi cambiamenti, avveràndosi spesso in senso contrario, non potranno offrire alcuna norma attendìbile per giudicare se, e quali variazioni siano avvenute nella temperatura media generale della terra. È questo un problema, alla cui risoluzione màncano i dati; talmente che sarebbe in grave imbarazzo chi si proponesse soltanto di trovare una plausìbile risposta all'una o all'altra delle due seguenti domande. Di quanti gradi si deprimerebbe la temperatura media della superficie terrestre, se tutte le terre attuali si sprofondàssero nel mare, e il mare si distendesse senza confini ad inondare tutta la superficie del globo, ovvero:

di quanti gradi aumenterebbe la detta temperatura, se invece su tutta la superficie del globo avèssero a distèndersi uniformemente le sabbie del deserto?

183 Per altro, se determinati cambiamenti orogràfici non pòssono assùmersi come caùsa di una depressione generale delle temperature terrestri e considerarsi per questo motivo capaci di occasionare i fenòmeni dell'època glaciale, potrèbbero però avere influito al maggiore sviluppo dei ghiacciài per un'altra cagione che dallo Stoppani è anch'essa accennata, ma ritenuta in seconda linea mentre le si avrebbe dovuto fare una parte migliore: consiste questa nella maggior copia di vapori provenienti da una maggior estensione della superficie evaporante. Certo che, se le acque del mare si rècano ad innondare un esteso deserto, la massa di vapori, che si eleverà nell'atmosfera, sarà assài maggiore dopo che non prima; e ciò potrebbe influire perchè il ghiacciajo ricevesse più ricco nutrimento di nevi, con che ne resterebbe promosso l'ingrandimento. A parte il caso del deserto, quando il mare invade terre che èrano imbevute dell'ordinaria umidità, è dubbio se dopo l'innondazione si eleveranno vapori in quantità maggiore di prima. Quando poi la terra è molto imbevuta di umidità, come avverrebbe in un terreno che fosse recentemente uscito dal grembo del mare, allora è indubitàbile che l'evaporazione è molto maggiore dopo l'emersione di quello che il fosse prima. Pertanto, se si dovesse ammèttere ciò che lo Stoppani asserisce che durante l'època glaciale moltissimi paesi sìansi sollevati

ad un'altezza che potrebbe valutarsi per media di 150 metri, si avrebbe nell'aumentata evaporazione di tanta superficie recentemente emersa dal mare una ragione molto valutàbile, anzi forse eccessiva per dare spiegazione del temporaneo aumento dei ghiacciài, il quale sarebbe durato, finchè quella superficie non si fosse prosciugata. Quando nel 1851 ebbi l'onore di visitare a Ginevra l'insigne De La Rive, seppi dalla sua bocca istessa che da esperienze comparative istituite tra l'evaporazione che svolgèvasi da una data superficie d'acqua e da un'ugual superficie di terra inumidita, si aveva potuto constatare èssere maggiore l'evaporazione da questa che non da quella; ed ei pensava di poterne trarre la spiegazione dell'antico straordinario sviluppo de' ghiacciài. Pertanto s'intende come un sollevamento che conferisca maggiore altezza alle montagne e faccia emèrgere dall'acqua estese regioni, raduni molte condizioni propizie allo sviluppo dei ghiacciài e possa èssere preso per fondamento di una buona ipòtesi diretta a rèndere ragione dell'època glaciale.

184. S'io non mi vi fermo egli è perchè i varj fatti i quali si assùnsero per dar spiegazione dell'època glaciale, potrèbbero anche non èssere avvenuti; mentre che il progressivo raffreddamento della terra è il fatto più fondamentale e più indubitàbile della geologìa, è un fatto dimostrato indipendentemente dallo sviluppo grandioso degli antichi ghiacciài e che a questo sviluppo è legato con vìncoli così stretti e necessarj, che avrebbe potuto condurci a stabilirlo, anche se non esistesse più

alcun segno materiale, che vi fu realmente un'època in cui si era verificato. Fra l'assùmere fatti straordinarj espressamente per còmodo della spiegazione, e il ricòrrere ad un fatto che poteva farci indovinare il fenòmeno, anche se non avèssimo avuto alcuna preventiva cognizione della sua esistenza, a noi sembra che non ci possa èsser luogo ad esitare. Riterremo pertanto che l'època glaciale è stata una conseguenza necessaria del progressivo raffreddamento della terra, senza però esclùdere che altre càuse àbbiano potuto eventualmente influire, o a prolungarne l'esistenza, o ad imprìmere ai fenòmeni che la caratterìzzano un maggior rilievo ed una maggior estensione.

185. Se poi si constatasse definitivamente, quanto alcuni crèdono, cioè che sìavi stata un'altra època glaciale di data antichìssima, tutto il mèrito d'averci aperta la via per darne la spiegazione spetterebbe all'illustre Boutigny, scopritore dello stato sferoidale dei lìquidi. Infatti durante la lunga època in cui le acque che distendèvansi sulla superficie della terra ancora caldìssima, passàrono dallo stato sferoidale allo stato ordinario, la quantità di vapore àcqueo salito in seno all'atmosfera doveva èssere stata così sovrabbondante da poter fornire copiosamente il materiale necessario all'alimentazione d'immensi ghiacciài. Ora s'intende che questi avranno dovuto durare finchè l'atmosfera si fosse sbarazzata del vapore di cui era sopraccàrica, e si fosse stabilita tra l'atmosfera e la terra la ripartizione dell'acqua secondo le norme richieste dal nuovo suo stato.

Artìcolo III.

L'aria e l'acqua nei fenòmeni geològici attuali.

Effetti prodotti dall'aria — Grandiosi effetti prodotti dall'acqua — Gallòzzole di vapore che attravèrsano le masse vulcàniche — Cèneri, fanghi ardenti, tufi — Importanza esagerata attribuita alle eruzioni fangose — Formazione di Monte Nuovo — Pioggie diluviali — Torrenti d'acqua devastatori — Incontro della lava coll'acqua — Ostruzioni del camino vulcànico — Prima conflagrazione stòrica del Vesuvio — Vulcani sprofondati — Per la produzione dei fenòmeni vulcànici l'acqua non è necessaria.

186. L'influenza esercitata dall'aria sui fenòmeni vulcànici attuali si riduce a ben pìccola cosa, pure non è interamente da trascurarsi. Intanto essa agisce meccanicamente pel suo peso a tener continuamente unita la colonna lìquida oscillante nell'interno dei camini vulcànici. La pressione atmosfèrica è tale che basta per qualche tempo ad impedire il traboccar delle lave giunte alla sommità del cratere; mentre che, se allora una tale pressione avesse subitamente a mancare, le lave sgorgherèbbero immediatamente e nella stessa copia come se si fosse aperta una nuova bocca collocata tre o quattro metri sotto il livello del lìquido. È inoltre a considerare che l'aria atmosfèrica è assorbita, quasi inspirata, dal vulcano, ogni qual volta il lìquido per le interne oscillazioni par che venga inghiottito dagli abissi sotterranei ove si ritira a concentrarsi. E l'aria che per tal modo in gran copia si congiunge al lìquido terreste non è senza influenza nel mantenere la regolarità dei movimenti

vulcànici, e presta un materiale di chìmiche elaborazioni nell'interno delle lave; cosicchè ne èscono modificati i gas che continuamente esàlano dalla superficie delle lave liquide e dai crepacci delle lave consolidate dove dànno orìgine alle fumarole.

187. Di molto maggior momento sono i fenòmeni prodotti nei vulcani dalla presenza dell'acqua; anzi dèvesi dire che tutti i fenòmeni vulcànici ne risèntono l'effetto e ne sono modificati. L'acqua, che sulla superficie della terra si trova presente da per tutto non poteva mancare laddove il vulcanismo è in azione, ed è un fatto ch'essa non manca mai, e che i fenòmeni più rumorosi e più appariscenti dei vulcani si dèvono a lei; e poichè sono questi che più colpìscono l'immaginazione dei riguardanti, e poichè la nostra attenzione è particolarmente attratta da ciò che è più spettacoloso, così avvenne che la maggior parte dei geòlogi scambiò questa funzione decorativa per una funzione essenziale, e fu erroneamente portata a crèdere che dove mancasse l'acqua, i fenòmeni vulcànici dovèssero anch'essi mancare. Del resto non si può far càrico ai geòlogi, se faticàrono a discèrnere la verità, nascosta come era sotto un fitto velo di fallaci apparenze; ed io ho dèbito di dichiarare che avrèi soggiaciuto quanto e più che gli altri all'inganno, se i mezzi sperimentali non mi avèssero guidato per mano a discoprirlo.

Infatti, se analizziamo il fumo che quasi continuamente esala dalle bocche vulcàniche che cosa troviamo? troviamo che quel fumo è quasi interamente costituito

dal vapore dell'acqua. Durante le conflagrazioni vulcàniche avviene assài spesso che il cielo s'ingombri tutto di nubi pel densi globi di fumo usciti dal cratere. Quelle nubi in parte sono costituite da cènere, ma in parte sono vere nubi ordinarie; e ce lo pròvano i torrenti d'acqua che da esse si scatènano e si vèrsano sul paese vulcànico, allagàndolo con dirottìssime piogge. Inoltre la materia istessa dell'eruzione bene spesso, invece di èssere fatta di lave roventi, altro non è che un fiume d'acqua, od un immenso accumulamento di mobilìssimo fango. Ora se l'acqua non è necessaria alla produzione dei fenòmeni vulcànici, come avvien mai che tutti i detti fenòmeni àbbiano l'acqua per principale movente?

Il modo tenuto dall'acqua per penetrare ne' focolari vulcànici è ancora involto di qualche oscurità; però, siccome gl'inviluppi sòlidi, dei quali va cingèndosi il liquido vulcànico, sono eminentemente porosi, sì che sèmbrano spugne, non è per nulla straordinario che tali spugne pòssano èssere continuamente imbevute e attraversate dall'acqua, essendo permeàbili a questa che per esse trova la strada di entrare, e non alle lave che da esse tròvan chiusa la via per uscire.

188. Che cosa debba succèdere dell'acqua, giunta a contatto d'un lìquido rovente, è fàcile a immaginarsi. Essa si trasforma immediatamente in vapore; e questo, appena formato, gorgoglia attraverso al lìquido, smuovèndolo violentemente; e, poichè le gallòzzole aumèntano continuamente di temperatura e quindi di volume, giùngono alla superficie dotate di una considerèvole

grandezza. È osservàbile il fatto che, quando la gallòzzola arriva, ascendendo, fino alla superficie del lìquido, perde per qualche istante tutta la sua velocità e, fattosi un inviluppo del lìquido ch'essa solleva, resta per metà sporgente dalla superficie, come un pallone galleggiante, poi riprende con ìmpeto il volo verso l'alto, trascinando con sè i brandelli dell'inviluppo spezzato. Quando questi scoppi delle lave avvèngono nel camino vulcànico a troppa profondità per èssere visìbili, non apparisce al- l'esterno altro segno della loro esistenza, fuorchè le continue esalazioni del fumo che li ha prodotti.

189. Nei vulcani a lavoro interrotto queste gallòzzole gorgoglianti non accòrrono tutte al camino, nè il vapore che le costituisce esala in totalità dalle bocche vulcàniche. La maggior parte di quelle ascende fino alle caverne sotterranee, dove il vapore resta imprigionato, e si accùmula, e si condensa in guisa da rifarsi lìquido e cadere in pioggia sul fondo ad onta dell'altìssima temperatura da cui è dominato. Ivi la cènere se ne imbeve, e si converte in un fango ardente, che sèguita a crèscer di mole durante il lunghìssimo tempo che rimane là sotto a macerare. Così si radùnano quelle raccolte di fango che, quando vèngono dal vulcano evacuate, fanno strasecolare per la loro immensa quantità. Si è immaginato che esistèssero sotto terra laghi di fango i quali per la forza del vulcano potèssero di quando in quando vuotarsi, e da molti si è invece creduto che il fango non si formasse che al di fuori per la combinazione delle cèneri, eruttate dal vulcano, coll'acqua

proveniente dalle dirottìssime piogge che di sòlito tèngono dietro alle eruzioni. Il fango che dà origine ai tufi vulcànici è troppo bene compenetrato d'acqua, troppo omogeneo in tutto il suo spessore, e dotato di una temperatura troppo alta, perchè si possa ritenere quale una formazione istantanea e improvvisata. Quello che uscì dal Vesuvio nella sua prima stòrica eruzione ha investito la città di Ercolano, penetrò in tutte le sue case, le riempì, le ricoperse e si trasformò in una pietra uniformemente dura e compatta. La temperatura di quel fango doveva èssere molto elevata se tutti i legnami delle case si trovàrono arsi o convertiti in carbone, e si trovàrono carbonizzati i papiri e molti altri oggetti di natura vegetale. Per me queste circostanze non làsciano alcun dubbio circa la lenta elaborazione di quel fango nelle interne latebre del vulcano.

190. Queste eruzioni di fango infocato, o di materiali incoerenti imbevuti d'acqua, avvèngono frequentemente e si còmpiono in una scala così grandiosa da colpire l'immaginazione ed usurpare nel giudizio di molti, quanto all'importanza, il posto che competerebbe ai fenòmeni vulcànici fondamentali. Dico che molti alla vista di queste imponenti eruzioni di fango finìscono a persuadersi che in esse consista il fenòmeno vulcànico principalìssimo, e sono tratti a porre in seconda linea fin quello che costituisce la vera essenza dei vulcani, cioè, l'eruzione delle lave.

191. Quando, per es., nel 1538 si ridestò improvvisamente il vulcanismo, da lungo tempo sopito nei

campi Flegrèi, e sorse in pochi giorni una nuova montagna, vedèvansi salire al cielo dense colonne di fumo, e in mezzo al fumo èrano lanciate in alto pietre roventi, e il monte che andava formàndosi splendeva di luce sinistra e pareva tutto infocato. Il fatto è che, esaminando il prodotto di quello straordinario avvenimento, si riconòscono anche al presente i segni più manifesti di un vero lavoro vulcànico, pure non v' è alcun vestigio che accenni all' uscita di qualche getto di lava.

192. L'acqua infocata che è spinta fuori con impeto dal seno dei vulcani non è ancor giunta allo scoperto che è quasi tutta convertita in vapore, e questo, appena svincolàtosi dalle materie a cui aderiva e che il comprimèvano, va sempre più dilatàndosi, e così prende al di sopra del vulcano in eruzione assài spesso una forma, che ricorda il famoso pino, descritto da Plinio nella prima eruzione del Vesuvio, e che questo monte e varj altri vulcani sògliono abitualmente presentare nell' època delle loro grandi conflagrazioni. E questi sono ben anche i vapori che dànno origine alle note piogge diluviali delle conflagrazioni vulcàniche.

193. In certi casi particolari però l' acqua che in copia grande viene rigettata dalle bocche vulcàniche ha una provenienza alquanto diversa. Ciò succede quando il vulcano è fatto per modo che nel suo interno pòssano le acque, penetrate durante i tempi di quiete, raccògliersi e accumularsi entro vasti bacini, trasformàndoli in veri laghi sotterranei. Allorchè l'eruzione arriva fin là ed invade i descritti bacini, le acque dèvono cèdere

il posto ed uscire; e infatti, messe in moto dai gas emanati dal vulcano e dal loro proprio vapore, sgòrgano a torrenti, e inòndano, e devàstano le regioni, sovra cui si vèrsano. Infine è da considerarsi il caso non infrequente di quegli alti gioghi vulcànici, che nei tempi di quiete si tròvano ricoperti da sterminati ammassi di ghiaccio e di neve. Allorquando il vulcano erompe, i ghiacci si fòndono tutt'ad un tratto; e così si gènerano torrenti rovinosi che appòrtano devastazione e sterminio in tutte le sottoposte regioni.

194. Allorchè la lava nel suo cammino arriva dove tròvasi qualche pìccola raccolta d'acqua la fa scomparire invadendo il vaso che la contiene ed asciugàndolo; però, se i vapori rèstano inceppati dalla lava e non tròvano alcuna lìbera uscita prodùcono terrìbili esplosioni. Invece, quando la lava si versa in qualche grande bacino d'acqua, come in un lago, o nel mare, non succèdono mai esplosioni, e l'acqua cede pacificamente all'invadente lava il posto ch'essa le chiede, e sovente la lava scorre sott'acqua lunghìssimi tratti, rendèndosi sensibile alla superficie di questa soltanto per le infinite gallòzzole che la smuòvono, i corpi leggieri che vèngono a galla, e il maggior calore di cui tròvasi investita. La strada tenuta sott'acqua dalle lave è altresì qualche volta segnata alla superficie da una lùgubre striscia di cadàveri galleggianti alimentata dai pesci e dagli altri animali acquàtici che soccòmbono all'azione delle micidiali esalazioni o della troppo alta temperatura. Quando poi si apre sott'acqua la bocca stessa del

vulcano, secondo le diverse profondità, pòssono accadere fenòmeni diversi: le eruzioni e le esplosioni si rèndono sensìbili per fenòmeni sìmili a quelli poco sopra descritti; se non che in questo caso qualche volta la superficie dell'acqua si copre per grandissimo tratto di pòmici od altri corpi galleggianti; e le materie incoerenti, accumulate dall'azione vulcànica, vèngono spesso minate e disperse dall'azione dell'acqua.

195. Si deve pure alla presenza dell'acqua un fenòmeno affatto eccezionale, ma che però qualche volta si è verificato e fu ben anche cagione di gravi disastri. Pel passaggio dell'acqua attraverso alla massa vulcànica moltiplicàndosi oltre misura le interne esplosioni di materie frammentarie, e diventando assài irregolari i moti della lava entro il camino, avviene qualche volta che questo non solo si trovi tutto ingombrato da materie frammentarie che si cemèntano fra loro per le ondate della materia fusa che le attravèrsano; ma succede ben anche che le porzioni superiori della lava si sepàrino dalla colonna sottoposta e si consòlidino ostruendo completamente il canale vulcànico. Senza le irregolarità cagionate dall'intervento dell'acqua, questo caso è assài difficile che si verifichi, perchè un cratere non si chiude fuorchè quando un altro è già aperto in libera comunicazione con esso; per lo che all'espansione delle materie interne è sempre preparata la via per isfogarsi al di fuori. S'intende che se la bocca vulcànica si suggella, la forza espansiva va crescendo nell'interno oltre misura: il vulcano può procurarsi qualche sfogo parziale

e passaggiero in località lontane dalla vera bocca vulcànica suggellata; ma la forza interna aumentando sempre, arriva il giorno in cui vince qualunque ostàcolo; e allora, se anche dovesse saltar per aria la montagna, torna a disuggellarsi la vecchia apertura, e dopo uno straordinario cataclisma tòrnano i fenòmeni vulcànici a riprèndere il loro corso normale.

196. Questo caso, come è noto, si verificò nel Vesuvio. Il monte era già cresciuto fino ad un'altezza poco diversa dall'attuale con un lavoro perfettamente vulcànico. Ne veniamo assicurati dalla sua costituzione che lo dimostra un complesso d'innumerèvoli correnti di lava alternate con grandiose eruzioni di materie tufacee e frammentarie; ed anche dalle sue rocce che sono tufi e lave e scorie ed altri prodotti recisamente vulcànici. I Romani però fino ai tempi di Tito Vespasiano non ne sospettàvano la vera natura. Il monte si era coperto di vegetazione fino al suo vèrtice, anzi fin dentro al cratere; e nessuna tradizione conservava la memoria de' suoi antichi incendj. Sulle falde del monte sorgèvano sontuose ville, popolose borgate, ricche città. L'ubertà del terreno, il clima dolcìssimo, il cielo sempre sereno, il mare sempre tranquillo, l'amenità delle colline, la particolare trasparenza dell'aria, facèvano del golfo Partenopèo il principal luogo di delizie degli opulenti dominatori dell'universo. Il solo nemico di quèi luoghi era il terremoto che di quando in quando veniva òspite mal gradito a visitarli. Siccome però tra un terremoto e l'altro corrèvano lunghi intervalli di quiete,

così si credeva sempre che l'ùltimo avvenuto non dovesse aver successori: le case diroccate si rifabbricàvano più sontuose di prima e non ci si pensava più. Posàvano con inconscia fiducia sopra una bomba che insidiosamente tranquilla lavorava da molti sècoli ad aumentar la propria càrica. Finalmente arrivò il giorno malaugurato in cui scoppiò. La montagna si scoperchiò; muggiva e scuotèvasi come se dovesse crollare. Gràndini di pietre arroventate, pioggie di cèneri e di lapilli, minacciàvano rovina a tutti i paesi del golfo. Nubi fittìssime lasciàvano mal distìnguere il giorno dalla notte e rendèvano più pauroso il formidàbile avvenimento. Pareva il finimondo. Gli uòmini attòniti abbandonàvano le loro case e non sapèvano ove rifugiarsi. Plinio il naturalista, forse il solo tra gli spettatori che avrebbe potuto tramandàrcene una descrizione veramente scientìfica, vi perdeva miseramente la vita. Perciò del grande disastro non ci restàrono che poche ed incomplete memorie, e tre città potèrono scomparire sepolte, senza che ci restasse alcuna precisa indicazione delle località dove sorgèvano. Stabia, Ercolano, Pompèi, dopo più che un sècolo di lavori non sono ancora che in pìccola parte disseppellite, e già fornìrono una ricchissima messe di preziosi oggetti di antichità perfettamente conservati.

Quella grande conflagrazione pose sottosopra tutto il golfo; se ne riscòntrano ancora i segni manifesti: d'altronde il fatto ci viene attestato da Plinio il gióvine nelle sue famose lèttere a Tàcito, e da Tàcito stesso per incidenza dove dice che Tiberio dall'ìsola di Capri

poteva goder la vista della costa bellissima del golfo non ancora deformata dai fuochi del Vesuvio (*).

197. È certo che l'acqua apporta modificazioni anche nel fenòmeno de' terremoti ed influisce a rènderli più irregolari e più rovinosi. I due vulcani, che s'inabissàrono, cioè, nei tempi antichi quello della valle di Siddim, ove si formò il lago asfàltide, e nei tempi moderni quello dell'ìsola di Giava, denominato Papandayang, forse non avrèbbero soggiaciuto a tanta catàstrofe, se l'acqua per una parte non avesse lavorato a preparar le sterminate caverne, che dovèvano inghiottirli, e per l'altra parte non avesse impedito ad essi di stabilirsi abbastanza solidamente, col promuòvere in un modo eccessivo lo sviluppo delle materie incoerenti e fangose. Ecco che cosa dice del Papandayang il cèlebre Arago (**): » Il » monte Papandayang era uno dei principali vulcani » dell'ìsola; ma ora più non esiste, tra l'11 e il 12 di » Agosto dell'anno 1772, dopo l'apparizione di una » grande nube luminosa, la montagna disparve tutta » intera nelle vìscere della terra. Si valutò che il ter- » reno inghiottito avesse 28 chil. di lunghezza e 12 di » larghezza ». E lo Scrope nella sua clàssica òpera sui vulcani dice che: » i vulcani di Giava evàcuano per la » maggior parte lave di fango (***) ». Quanto all'antico vulcano della Giudèa non èsistono memorie che ricòrdino se l'acqua abbia esercitato sovr'esso una qualche

(*) C. Cornelii Taciti *Annalium Lib. IV.*

(**) Arago. *Astronomie populaire. Tom. III. Liv. XX. Ch. XIII. p.* 164.

(***) Poulet Scrope. *Les volcans. Chap. VIII.* § 12.

funesta influenza; ma è difficile che fosse altrimenti, se pure l'acqua non fu supplita dai vapori delle materie bituminose che in esso trovàvansi eccessivamente accumulate, come ci vien provato dalle esorbitanti quantità di asfalto, che si raccòlgono dal lago che da questa materia trae il suo nome, e come anche si rileva dal versetto 10.^{mo} del Cap. XIV della Gènesi, dove si legge: » La valle silvestre aveva molti pozzi di bitume e i » Re di Sòdoma e di Gomorra, fuggendo, càddero in » essi (3) ».

198. Da ciò che si espose in questo artìcolo rilèvasi che è molto grande la parte che spetta all'acqua nel modificare l'andamento dei fenòmeni vulcànici del tempo attuale. Molti naturalisti estèndono i confini di questa influenza fino a proclamar l'acqua assolutamente indispensàbile per la produzione dei fenòmeni vulcànici; il che noi crediamo che non sia secondo la verità.

199. Lessi nella *Rivista dei due mondi* (*) l'interessante *Relazione* del Sig. Fouqué sui fenòmeni presentati dal nuovo vulcano di Santorino, e trovài ch'essa chiùdesi con alcune considerazioni destinate ad appoggiar l'opinione che alla produzione dei fenòmeni vulcànici sia necessario l'intervento dell'acqua marina. E in una Appendice del *Diario dei Dibattimenti* (**), vidi un cenno

(3) *Vallis autem sylvestris habebat puteos multos bituminis. Itaque rex Sodomorum et rex Gomorrhæ, terga verterunt, ecciderunlque ibi.*

(*) *Revue des Deux Mondes*, 15 *Août*, 1866.

(**) *Journal des Débats*, 25 *Juillet*, 1866.

di alcuni lavori del Daubrée, del Fouqué e di Carlo Sainte-Claire Deville, tendenti a mèttere in chiaro come dall'anàlisi delle fumarole risulti provata la verità della detta opinione, cioè, che l'attività vulcànica non possa èssere provocata fuorchè dall'intervento dell'acqua marina. Il fatto al quale si appòggiano, almeno per quanto si può rilevare dalla breve notizia dàtane dal mentovato diario, sarebbe che tutte le materie, rinvenute nelle fumarole, sono tra quelle che in esse dovrèbbero trovarsi se provenìssero dall' acqua del mare; mentre, esposta l'acqua del mare ad un'altìssima temperatura, tròvansi mescolati a' suòi vapori quelli di cloruro di sodio e di zolfo, e l'àcido cloridrico, e l'àcido solfidrico, e l'àcido solforoso, e infine tutte le stesse sostanze, che fanno la loro comparsa nel seno delle fumarole vulcàniche.

200. Questo fatto che ha tutta l'apparenza d'èssere decisivo lascia la questione nello stato di prima; se pure, più diligentemente studiato, non fornisce un qualche buon appoggio all'opinione contraria a quella che si voleva propugnare.

Le fumarole, in quanto che per la màssima parte cònstano di vapore àcqueo ci attèstano la presenza dell' acqua nell' interno del focolare vulcànico, e noi non neghiamo che quest'acqua possa èssere anche acqua di mare; solo asseriamo che, se anche quest' acqua non ci fosse stata, l' attività del vulcano avrebbe dovuto ugualmente destarsi e produrre tutta la serie dei conosciuti fenòmeni. La questione non è, se assài spesso, fors' anche sempre, nell' interno del focolare vulcànico

sia penetrata l'acqua, e, se così vuolsi, anche l'acqua del mare; ma, se sia per la presenza di quest' acqua, o indipendentemente da essa, che il vulcano si è posto in azione. Ed una tal questione, come si vede, è lasciata intatta dall'anàlisi delle fumarole.

201. Io dico di più che una diligente anàlisi delle fumarole, congiunta ad un accurato esame dei depòsiti vulcànici, finirà col fornire buoni argomenti a favore della mia opinione.

I lodati naturalisti asseriscono che il cloruro di sodio e l' àcido cloridrico delle fumarole provèngono dal sal comune che in tanta copia tròvasi disciolto nelle acque del mare, e che dalla decomposizione del solfato di soda, che in esse pure si trova, provèngono lo zolfo e gli àcidi solfidrico e solforoso. Altri potrebbe sostenere, e almeno con ugual ragione, che il sal comune e il solfato di soda, che tròvansi nelle acque del mare, fùrono da queste rapiti nei loro antichi contatti col liquido terrestre che ne era largamente provveduto. In tal caso la presenza del sale e del solfato di soda in queste ùltime reliquie del liquido terrestre, che sèrvono ad alimentare i vulcani, sarebbe sufficientemente spiegata, senza bisogno di ricòrrere all'intervento dell'acqua del mare.

202. Fin qui i due modi opposti di rènder ragione di questa singolare coincidenza nella qualità delle sostanze fornite dalle fumarole vulcàniche e dalle acque del mare, mi sembra che pòssano almeno bilanciarsi.

Ma possiamo spìngere il confronto un po' più in là. Noi non conosciamo in quali proporzioni dovèvano

trovarsi nel liquido terrestre lo zolfo e il sal comune; ma conosciamo abbastanza bene in quali proporzioni si tròvino queste due sostanze in seno alle acque marine.

Una tal cognizione può recar molta luce nella questione, di cui si tratta.

205. Se dall'esame delle fumarole e dei depòsiti vulcànici risultasse che le proporzioni dello zolfo e del sale, avuto riguardo alle alterazioni inevitabilmente prodotte dall'alta temperatura, si potèssero in qualche modo far concordare colle proporzioni note di quelle due sostanze nelle acque del mare, si avrebbe un vàlido argomento a favore della loro provenienza marina; ma si avrà invece un argomento assài vàlido a fàvore dell'opinione contraria, qualora le proporzioni risultàssero assolutamente incompatìbili con quelle richieste dalla loro supposta provenienza dalle acque del mare.

Sappiamo che il mare contiene almeno cinquanta volte più di sale, che non di zolfo. Questa proporzione vèdesi mai conservata, nemmeno colla più lontana approssimazione, nei depòsiti vulcànici, o in seno alle fumarole? In queste ùltime certo no, mentre vi sono vulcani in gran nùmero, nelle di cui fumarole le sostanze provenienti dallo zolfo sovèrchiano costantemente quelle di provenienza dal sale. Nei depòsiti vulcànici la mancanza di proporzioni risalta ancora più evidentemente. Non sempre lo zolfo e il sale si tròvano associati; anzi vi sono vulcani famosi per immensi depòsiti di zolfo e dove indarno si cercherebbe il più meschino depòsito di sale. Quant' acqua di mare avrebbe dovuto èssere

evaporata perchè si ottenèssero dalla decomposizione del suo solfato di soda quegli immensi depòsiti di zolfo? e come ha potuto scomparire tutto il sale, di cui quell'acqua doveva èssere caricata, capace di fornirne un depòsito almeno cinquanta volte più grande? Dopo di ciò come mai potremmo rifiutarci a conchiùdere che lo zolfo e il sale, esistenti nel lìquido vulcànico, non tràggono la loro provenienza dall'acqua marina, ma sono di sua propria ed ìnsita pertinenza?

204. Che l'acqua pènetri nei vulcani e sia sempre presente, laddove svòlgonsi fenòmeni di vulcanismo, è opinione che si può ammèttere; ma vi son buone ragioni per crèdere che il sale e lo zolfo che tròvansi nei vulcani non provèngano se non che in piccola parte dall'acqua del mare; e infine non esiste ragione alcuna per sostenere che i fenòmeni vulcànici siano in tal dipendenza dall'acqua che senza l'intervento di questa dèbbano anche quelli mancare. Molte ragioni indùcono invece alla persuasione contraria e fra esse ricorderò il fatto già accennato a *pàg.* 54 dei vulcani lunari, i quali sono vulcani come i nostri, eppure nàcquero, si svilupparono, e compièrono tutte le fasi della loro esistenza senza l'intervento dell'acqua; e l'altro, che anche sulla nostra terra esìstono e sono attivi vulcani, situati a tali enormi distanze da ogni bacino d'acqua, da esclùdere quasi ogni possibilità che siano con essi in comunicazione. Ecco a questo propòsito che cosa lèggesi negli *Elementi di Geologìa* del Collegno alla fine del *Capitolo VII*, *pàg.* 116: » Quanto ai vulcani

» dell'Asia centrale, la loro esistenza è indubitata dietro
» i documenti presentati da Humboldt; *Asia centrale,*
» *Tom. II, pag.* 75, abbenchè non se ne abbia veruna
» descrizione particolare, ed è questo un fatto geològico
» importantissimo, in quanto che prova che gli incendii
» vulcànici pòssono accèndersi anche a grandìssima di-
» stanza dal mare; giacchè il Pé-chan, per esempio, è
» situato a 200 miriàmetri almeno lungi dal mare, e
» a 33 miriàmetri dal pìccolo lago salato d'Issikoul;
» il vulcano di *Toursan* poi è situato a 90 miriàmetri
» dal lago il più vicino ».

205. Soggiungerò che non può ritenersi conforme alle leggi naturali, che una serie numerosa di fenòmeni, i quali si còmpiono in tutte le regioni della terra con una grandìssima uniformità, seguendo norme costanti e determinate, dèbbano ripètere la loro origine da un caso affatto fortùito, qual sarebbe quello dell'accidentale incontrarsi dell'acqua colle materie infuocate giacenti quà e là nascoste sotto l'esterno inviluppo della terra.

206. Ma ciò che mi tolse in propòsito ogni dubbiezza fu lo studio che potèi fare dei vulcani per la via sperimentale. Pezzi di lava fusi, o materie fuse preparate artificialmente ad imitazione delle lave, nell'atto della loro consolidazione prodùcono tutta la serie dei fenòmeni vulcànici. Eppure nelle dette materie non si fa affluire alcuna gòcciola d'acqua! E se usando l'acqua a dovere si può con essa rinvigorire il plutonismo pròssimo a spègnersi, egli è soltanto allorchè i suòi vapori vèngono quietamente assorbiti dal lìquido plutònico il

quale se li appropria per farli funzionare come un altro qualunque dei gas che sèrvono di molla al plutonismo. Quando l'acqua a contatto del liquido terrestre, stante l'alta temperatura di questo si converte rapidamente in vapore e preme in proporzione della grande tensione che acquista, allora non fa che modificare i fenòmeni nel modo appunto che fu in quest'articolo esposto.

Fu soltanto per mezzo degli esperimenti, ch'io riuscii a sceverare le apparenze dalla realtà, la verità dall'errore. Ciò però non vuol dire che altri non vi potesse èssere riuscito anche senza gli esperimenti. Arago, per es., non si è lasciato illùdere, e fa osservare, come la stazione marìttima dei vulcani, di cui dà una buona spiegazione: » non è una ragione sufficiente per attri-
» buire all'acqua del mare una parte predominante nella
» produzione dei fenòmeni vulcànici (*) ». Nè màncano altri nomi autorèvoli da poter congiùngere a quello di Arago, tra cui mi piace di poter citare Poulet Scrope e Arcàngelo Scacchi.

(*) ARAGO. *Astronomie populaire*, *Tom. III*, *Liv. XX*, *Chap. XIII.*

Articolo IV.

L'aria e l'acqua nei fenòmeni geològici antichi.

Influenza antica dell'atmosfera — Straordinaria attività dell'acqua antica e produzione d'immensi ammassi di detriti — L'azione corrodente dell'acqua si è ridotta assài minore di quanto si crede — Primi depòsiti nettùnici — Complicazione del fenòmeno della stratificazione — Rocce stratificate che implicano l'intervento di un'alta temperatura — Distinzione delle rocce stratificate secondo la diversa origine — Gli strati in rapporto coi fenòmeni vulcànici o plutònici.

207. Col rimontar la scala dei tempi troviamo l'aria e l'acqua sempre più attive, e i fenòmeni geològici antichi assài più influenzati dalla loro presenza che non quelli che vanno compièndosi nel tempo presente.

Per tre diversi riguardi possiamo crèdere che l'influenza esercitata dall'atmosfera sul lìquido terrestre fosse nei tempi antichi assài ragguardèvole:

1.° Perchè, tenendo il lìquido terrestre una gran parte della sua superficie allo scoperto, èrano più fàcili le comunicazioni e più moltiplicati i punti di contatto.

2.° Perchè l'atmosfera, portando in grembo veri ocèani d'acqua convertita in vapore, ed essendo per conseguenza più voluminosa ed estesa, doveva esercitare ben anche più considerèvoli pressioni.

3.° Perchè, contenendo i vapori di una moltitùdine di sostanze diverse, come dello zolfo e del sale, doveva esercitare sul lìquido terrestre un'influenza chìmica assài più attiva e svariata.

Allora probabilmente l'aria cedeva al lìquido terrestre quelle sostanze che fùrono le più attive promotrici del suo plutonismo, sostanze che più tardi trasmigràrono in copia nelle acque del mare, e di cui nella anàlisi delle fumarole troviamo ancora le tracce.

208. Con una tale atmosfera, colla terra ancora calda, coll' evaporazione abbondantìssima, le metèore àcquee dominàvano in permanenza, e l' acqua circolante sulla superficie del globo era a più doppi che non attualmente. Facilitava l' azione dell' acqua sul lìquido terrestre la circostanza già accennata che questo comunicava all'esterno per bocche ampie e moltèplici, e situate in luoghi assài poco elevati. L' acqua penetrava nelle masse plutòniche da tutte le parti, e lo strato di fango ardente, che raccoglièvasi tra la crosta e il lìquido sottoposto, andava colla lunghezza del tempo smisuratamente crescendo. Se poi ci trasportiamo col pensiero all'època, in cui la terra era tuttavìa rovente, e l'atmosfera più che dall'aria era costituita dall' acqua evaporata, intenderemo che, dove rovesciàvansi le pioggie, formàvansi mari d' acqua e questa, precipitàndosi bollente e impetuosa dai luoghi più elevati verso i più bassi, ricca di varii àcidi, scorrendo sopra rocce arroventate, doveva farle scoppiare in frammenti, sgretolarle, ridurle in pòlvere, e infine intaccarle e consumarle sopra una scala grandiosa.

A questo modo e non altrimenti potèrono formarsi quèi cùmuli immensi di detriti, che inviluppàrono ad una considerèvole altezza quasi tutta la terra. Non c'è

paragone fra le rovine che produceva l'acqua d'allora e i piccoli guasti ch' essa produce oggi giorno. Quanto è stata in altri tempi l' acqua devastatrice, altrettanto si può dire ch' or si è fatta innocente. Ormài la sua attività si esèrcita quasi unicamente sulle materie già sgretolate e consumate ne' tempi antichi.

209. Laddove nelle montagne appàjono allo scoperto le rocce vive, considerando quelle cime puntute, elevàntisi al cielo sotto forma di picchi o di aguglie, non dobbiamo erèdere che siano state foggiate in quel modo dall'erosione delle acque; ma bensì che le acque fùrono impotenti a guastarle, nè ancora arrivàrono a conferire ad esse forme arrotondate, ottundendo gli spigoli e smussando le punte. Quando vediamo le acque discèndere liberamente dalle vette dei monti fino alla pianura, attraversando lunghe e tortuose valli per entro a rocce durissime che avrèbber dovuto impedir loro il passaggio, invece di erèdere che le acque per poter scòrrere àbbiano consumato le rocce e siansi aperto il varco forzatamente, rifletteremo che, siccome le acque già corrèvano in quella località prima che la valle si fosse ben disegnata e che sorgèssero le montagne circostanti, queste nella lenta loro formazione dovèvano sentirne l'influenza ed assùmere tali forme da non recare ostàcolo al libero movimento di quelle, anzi compiacentemente atteggiarsi in modo da facilitarlo.

Avvenne nella geologia, tra l'acqua e le montagne, un fenòmeno anàlogo a quello ben noto ai fisiòlogi, che si verifica tra il cranio ed il cervello in tutti gli

animali degli òrdini superiori, dove è l'inviluppo osseo, quantunque rìgido e durìssimo, che si conforma a guisa del cervello, e non già questo, sebbene molle e cedèvole, che si modelli sulla forma del cranio. Ogni qualvolta fra due montagne ravvicinate vidi aperto al deflusso delle acque un qualche varco difficilìssimo, la mia mente non ha mai potuto piegarsi a crèdere, secondo l'opinione invalsa, che quel varco fosse stato scavato dal lavoro stesso dell'acqua, parèndomi supremamente assurdo, che nella maggior parte de' casi le acque dovèssero aprirsi la via proprio laddove dovèvano incontrare le maggiori resistenze.

Se quest'assurdità non parve tale a molti insigni geòlogi, egli è perchè, fuorviati da un falso concetto sulla formazione delle montagne, fùrono costretti ad esagerar fuor di modo la forza corrodente dell'acqua, e ad attribuirle niente meno che la facoltà di spazzar via le montagne e di scavare le valli, ad onta che in quanto alle valli, la tendenza naturale dell'acqua dovesse èssere quella di obliterarle, colmàndole di detriti. Questo lavoro distruggitore dell'acqua si esercitò potentemente ne' tempi antichi, prima che il plutonio cominciasse a destarsi per formar le montagne, fu ancora bastantemente attivo durante la formazione di queste, ma però con proporzione decrescente; finchè, compiùtesi le montagne e raffreddàtasi la terra, tanto s'affievolì che si ridusse, come al presente, a non èsser più che una larva di ciò che è stato. Si citano ancora alcuni fatti, tendenti a dimostrare che non è interamente

spenta la facoltà roditrice dell'acqua; ma, se essa fosse sempre stata qual'è, la terra non sarebbe coperta di tanti rùderi e di tante rovine: le rocce vive apparirèbbero da per tutto allo scoperto, nè vi sarebbe quell'immenso ingombro di detriti, che, a sfilarli tutti ammucchiati, basterèbbero a costituire parecchie catene di monti, e, a gittarli nelle cavità, varrèbbero a riempire il bacino di qualche mare. Se ora vi sono alcuni laghi, che vanno a poco a poco stringèndosi per le materie che l'acque incessantemente vi pòrtano, dobbiamo osservare prima di tutto che queste materie appartèngono per la maggior parte a quelle che fùrono disgregate nei tempi antichi; e poi che nei tempi antichi questo lavoro di riempimento compièvasi sopra una scala incomparabilmente più grande; cosicchè potèrono interrarsi vastìssimi golfi, come avvenne per la valle del Po, ché fu tutta guadagnata sul mare dai materiali condotti in essa dai vari fiumi che vi si vèrsano; e ciò nelle èpoche antichìssime, assài prima che si dilatàssero i ghiacci a trasportar fino agli sbocchi delle valli alpine i materiali incoerenti delle loro morene; mentre non è a dubitarsi che lo stato orogràfico ed idrogràfico della terra non abbia più subito ragguardèvoli alterazioni, dopo che le montagne raggiùnsero il loro compimento.

210. Quando le montagne per anco non esistèvano, il lìquido terrestre s'era naturalmente ridotto ad occupare i luoghi più depressi; dal che si trae la conseguenza che l'acqua, depositàtasi sulla terra, doveva proprio ricoverarsi ne' luoghi stessi ove il detto lìquido s'era

rifugiato; cosicchè i mari d'acqua dovèvano trovarsi per ogni dove sovrapposti ai mari di silicati. E tutte le vaste rapine, che l'acqua nella sua giovanile attività andava allora facendo, dovèvano accumularsi nel fondo di quèi mari àcquei, tra l'acqua e i silicati. Così si formàrono i primi depòsiti nettùnici, quelli che, avendo preceduto la formazione di qualunque montagna, fùrono portati in alto da tutte le montagne anche più antiche.

211. E qui ci si presenta a trattare una questione importantìssima, quella relativa alle rocce stratificate, la qual questione è assài più complessa di quanto comunemente si crede. Nel maggior nùmero dei casi, apparisce accumulato sui fianchi delle montagne un tale ammasso di rocce stratificate, che quasi si direbbe che le montagne ne sono interamente costituite. Anche quì avvenne che il fenòmeno più appariscente assunse nell'opinione dei più l'importanza d'un fenòmeno essenziale; cosicchè cento volte da coloro, a cui io veniva presentato come un *fabbricatore di montagne*, mi sentìi domandare se facessi nàscere le montagne colle rispettive caratterìstiche stratificazioni; alla qual molesta domanda io era sempre tentato di rispòndere che, non solo faceva nàscere le montagne coi rispettivi strati, ma che negli strati faceva altresì comparire tutte le conchiglie pietrificate che sèrvono a caratterizzarli. Il fatto è che sui fianchi delle montagne appariscono sviluppatìssime le rocce stratificate, e che queste presèntano caràtteri così variati, che siamo tratti a pensare vi dèbbano èssere state ragguàrdevoli diversità nei modi di lor formazione.

Per lungo tempo si credette che le rocce stratificate avèssero avuto tutte un'orìgine comune, e si fòssero formate in seno all'acqua coi materiali incoerenti, ivi da essa trasportati e deposti. Ora però si comincia a far molte riserve e ad ammèttere molte eccezioni.

221. Sono depòsiti evidentemente fatti dall'acqua quegli strati di ciòttoli, di sabbie e di argille, che senza alcuna coerenza vediamo così frequentemente alternarsi nei terreni più superficiali e che perciò si pòssono considerare come i più recenti. E la medèsima orìgine si deve senz'altro attribuire a' terreni presentanti gli stessi caràtteri, quantunque per la loro giacitura si dèbbano giudicare di data molto antica. Ma, quando vedremo terreni stratificati, fatti di rocce compatte solidìssime, saremo noi autorizzati ad asserire, appoggiàndoci all'ùnico caràttere della stratificazione, che dèbbano ripètere anch'esse la loro orìgine da materie incoerenti trasportate e depositate dall'acqua? Credo che senza esitazione alcuna si abbia il diritto di dire di no. È egli credìbile che, senza l'intervento di un'alta temperatura, abbia potuto còmpiersi la perfetta reintegrazione della materia disgregata? Se questo modo di cementazione a freddo esistesse, dovrebbe anche èssere di assài facile applicazione; perchè la natura, se fosse altrimenti, non avrebbe potuto adoperarlo nè sopra una scala tanto vasta, nè in circostanze tanto svariate. E poichè la nostra industria sarebbe altamente interessata nell'uso di un sìmile processo, sarebbe inesplicàbile, che, se davvero esistesse, non si fosse ancora scoperto ed imitato.

La natura può produrre a freddo la reintegrazione di materiali pietrosi per mezzo di un cemento calcare; e di questo processo naturale gli uòmini s'impadronirono fino dai tempi più remoti, e ne usàrono per cementare i materiali delle loro case. E, una volta il processo scoperto, si è poi potuto talmente perfezionare, che oramài i conglomerati artificiali vìncono il paragone con quelli della natura. D'altronde anche questo processo presuppone, se non direttamente, almeno da lontano, la necessità di un'alta temperatura, sia per fornire l'àcido carbònico valèvole a rèndere l'acqua un buon solvente dell'ordinario calcare, sia per rèndere questo abbastanza alcalino da poter far presa colle pietre. Oltre il detto processo altro non ne possiede l'industria, il che fortìfica la presunzione che altro non ne possieda nemmeno la natura. I marmi stessi, sebbene cònstino di materie calcari, non pòssono èssersi formati a freddo, come avvenne dei travertini o di certe puddinghe. Una elevata temperatura capace di rèndere mòbili le parti le une sulle altre, deve èssere stata necessaria per tutti. Che alcuni, come i marmi statuarj, compatti ed omogenei, dotati di struttura cristallina e privi di fòssili, siansi trovati in istato di vera fusione nulla ci vieta dal crèderlo; poichè sappiamo che, anche in questo stato, il marmo non si decompone, purchè una pressione sufficiente impedisca all'àcido carbònico di dissiparsi. Pei marmi conchigliari, e in generale per tutti quelli che contèngono copiosi fòssili, lo stato di fusione non è più ammissìbile; però anche per essi non si può crèdere

che la cementazione delle parti sìasi operata a freddo. Questa supposizione viene smentita da quella così perfetta aderenza, che tutte le unìfica ed anche dal perfetto riempimento di tutte le conchiglie; cosa impossìbile ad ottenersi artificialmente col mezzo di fanghiglie fredde, ed assài difficile anche colle fanghiglie bollenti, se non si ha prima l'avvertenza di rènderle plutòniche. Pare dunque che alla formazione di questi calcari abbia dovuto concòrrere una temperatura abbastanza elevata per ridurli allo stato di una pasta scorrèvole, rendèndone mobilìssime le molècole; non però tanto alta che sé ne producesse la fusione, o che le forme dei fòssili ne fòssero guaste. Le montagne calcari presèntano tutte quelle stesse accidentalità di configurazione che sono caratterìstiche di quelle che si formàrono in virtù del plutònismo; e molte particolarità della struttura attèstano in un modo irrecusàbile che alla loro formazione il plutonismo ha dovuto intervenire.

213. È dunque a ritenersi che i prodotti dell'immenso sfacelo, operato sulle rocce roventi dall'acqua nei tempi antichi, dopo èssere stati smossi e trasportati dalla violenza delle correnti, mescolati ai prodotti frammentarj e polverosi dei grandi focolari vulcànici, hanno finito a ricomporsi sotto aspetti nuovi e a dare orìgine ad una quantità grandìssima di rocce, le quali, formando il più esterno rivestimento della terra, sono le più comuni e le più conosciute. Queste rocce sono per la màssima parte stratificate. Ora fra gli strati ve ne ha di orìgini assài diverse. Vi sono quelli, che si

formàrono pel ripetuto spontaneo espurgarsi dei lìquidi plutònici, e questi vènnero da me chiamati *strati di epurazione* (*). Vi sono gli strati che invòlgono i nuclei vulcànici, e costituìscono un bell'esempio della stratificazione che si produce indipendentemente affatto da ogni concorso dell'acqua, *pàg.* 104: vi sono quelli che si formàrono per effetto di sdoppiamento nell'atto della consolidazione, *pàg.* 27: poi vi sono gli strati, che si elaboràrono nell'interno del focolare vulcànico tra il lìquido e la crosta; poi al di sopra della crosta vi sono quelli che si formàrono per vere deposizioni nettùniche. Noteremo che avvenne spesso il caso in cui, depositate dalle acque le materie di uno strato, uscìvano da molte scaturìgini copiose eruzioni di fango, che gli sovrapponèvano uno straterello di materia diversa, che veniva ricoperto da un nuovo strato nettùnico, il quale anch'esso alla sua volta veniva ricoperto da un nuovo straterello, proveniente dall'eruzione fangosa; e a questo modo potèvano gli strati delle due materie alternarsi fra loro con molta regolarità un nùmero considerèvole di volte. Che, se a qualcuna di queste eruzioni fangose, come spesse volte avvenne, si sostituisce una vera eruzione di lava, questa, consolidàndosi, diventa l'inviluppo superiore del focolare vulcànico, che fino ad esso allarga i suoi confini. Pertanto gli strati sottoposti a questo inviluppo si tròvano imprigionati nel bacino vulcànico, e, come se si fòssero con esso incorporati, da

(*) GORINI. *Origine delle Montagne, Sez. I, Cap. II, Art. II.*

estranei che gli èrano ne divèntano parte. In quello stato rimàngono per lunghìssimo tempo esposti all' influenza dei gas e dei vapori caldi che emànano dal focolare vulcànico e partècipano dell' altìssima temperatura che là dentro predòmina. Così questi strati, si modìficano, e si rammollìscono, e divèntano atti a presentare quèi caràtteri ambigui, che ben s'addicono ad essi, i quali, stante la doppia loro orìgine dall'acqua e dal fuoco, potrèbbero meritamente èssere detti *strati pluto-nettùnici*. Gli strati esclusivamente nettùnici sono quelli, che si depositàrono nell'acqua al di sopra dei già descritti e che non fùrono mai rinchiusi nell'interno di una cavità vulcànica a risentire le influenze modificatrici dei vapori, dei gas, e delle altìssime temperature.

214. Compiuto l'inventario delle rocce stratificate e dimostrato che, a seconda della loro diversa orìgine pòssono èssere distribuite nella trìplice divisione delle rocce d'orìgine ignea, mista ed àcquea; ora dobbiamo dir qualche cosa circa le modificazioni, che la loro presenza avrà dovuto cagionare nella produzione dei fenòmeni geològici, così vulcànici, come plutònici.

215. Quando la massa vulcànica o plutònica comincia definitivamente a consolidarsi e quindi subisce quella espansione a cui è legata la formazione delle montagne e la produzione dei fenòmeni vulcànici, egli è evidente che per la resistenza opposta da questi grandi ammassi di materie sovraincombenti gli effetti prodotti dal lìquido consolidàntesi dovranno trovarsi sensibilmente modificati.

216. Il vulcano finchè non si è fatto strada attraverso a tutti questi impedimenti per erómpere all'esterno, si comporta in un modo affatto diverso dal normale. Qualche volta, facendo uno sforzo supremo, arriva in un sol tratto a ripiegarli tutt'all'ingiro verso uno stesso punto centrale, producendo una specie di montagna cònica forata verso l'alto, che pare spuntata fuori dalla terra per forza d'incanto: più spesso per le alternative di espansione e di contrazione del lìquido vulcànico, la parte culminante del terreno gonfiàtosi, scoscende e si innabissa, e così si stabilisce l'apertura che fa comunicare coll'esterno la materia vulcànica erompente. Invece altre volte succede che il rigonfiamento, in luogo di èssere cònico corre lungamente per una linea presso che retta, e allora l'apertura si forma longitudinalmente per la divaricazione delle due metà del terreno rialzato. Ed è in questa lunga spaccatura dove si stabilìscono varii punti di lìbera comunicazione fra l'interno e l'esterno; e da ciascuno di questi punti si vede nàscere e svilupparsi una montagna vulcànica. Infine succede che il vulcano tenti per lungo tempo inutilmente di rómpere l'inviluppo, e allora le eruzioni avvèngono sotto terra da varii punti che si succèdono e che sempre si mùtano, onde il movimento sotterraneo non si palesa all'esterno che per una serie di rialzi, che hanno l'apparenza di àrgini o di costiere. Questi vulcani a lavoro sotterraneo tròvano anche essi finalmente il luogo da cui pòssono sbucare, e allora prodùcono tutta la serie dei fenòmeni vulcànici noti, nella loro forma normale.

217. Questa somma difficoltà a sbarazzarsi degli inviluppi, che pei vulcani è un caso affatto eccezionale, è invece per le montagne il caso più comune. Svolgèndosi queste lentamente, regolarmente e senza scosse, gl'inviluppi hanno la possibilità di distèndersi, adattàndosi ai movimenti delle montagne nascenti, salendo con esse, e persistendo a nascònderle allo sguardo col rivestirle da tutte le parti.

Gli strati cedèvoli e plàstici si piègano, s'incùrvano, obbediscono a tutte le esigenze dello sviluppo delle montagne senza nemmeno lacerarsi: invece gli strati rìgidi si spèzzano, e non sèguono che a frammenti il moto della montagna; mentre le materie incoerenti o discèndono nelle valli, e si stipano nelle ripiegature, o contìnuano a salire colla montagna, e ne còprono, pur tenèndosi orizzontali, le parti più elevate.

Succede però ben anche che le montagne, specialmente se molto si elèvano, finìscono anch' esse per superare l'ostàcolo degl'inviluppi, e allora le rocce cristalline compariscono allo scoperto, e costituiscono tutte le sommità; cosicchè vi hanno montagne, che mòstransi rivestite di rocce stratificate fino ad una certa altezza, al di sopra della quale èrgono verso il cielo le cime affatto scoperte.

CAPO QUARTO

ÙLTIME RICERCHE

Articolo I.

Un po' di storia.

Esperimenti vulcànici colle materie stesse dei vulcani — Con quali ajuti potèrono praticarsi — Frutti che dièdero — Giustificazione di qualche disarmonia tra questo *Capo* e il resto del libro — Importanza attuale e futura degli esperimenti vulcànici.

218. Questo mio libro era già scritto per intero, allorchè nel Novembre dell'anno 1866 incominciài una serie di esperimenti vulcànici, ricorrendo per eseguirli alle materie stesse che uscìrono dalla bocca dei vulcani. Aveva formulato un tal progetto fino dal 1852, e allora la Società d'Incoraggiamento di Milano desiderosa di vederlo attuato aveva iniziata una sottoscrizione affinchè non mi mancàssero i mezzi di fòndere una roccia qualunque, non escluso il granito. Ignoro per quali difficoltà, ma so che la sottoscrizione non

riuscì, e che del mio progetto mai più alcuno non mi tenne parola. Io per altro continùai a vagheggiarlo, tanto più che l'obbiezione più speciosa, sebbene fosse anche la più vacua, che da ogni parte si moveva contro il valore de' mièi esperimenti era sempre che le mie montagne e i mièi vulcani non èrano fatti con materie idèntiche a quelle impiegate dalla natura.

219. Ora dirò con quali ajuti ho potuto riuscire finalmente a superare gli ostàcoli che si frapponèvano al compimento del mio lungo desiderio.

Il Conte Luigi Cibrario di cui, colle mie pìccole esperienze dispregiate dai geòlogi, guadagnài la dolcìssima amicizia, mi ottenne dalla munificenza del Re, sul tesoro dell'Ordine Mauriziano, una pensione annua di lire seicento, la quale più tardi, sempre per la sua benèvola e spontanea intercessione, mi fu aumentata a lire ottocento cinquanta e finalmente a mille. Questi replicati beneficii rialzàvano un'ànima profondamente abbattuta e vi accendèvano un sentimento di così viva gratitudine ch'era doloroso il non poterla in qualche modo manifestare; ma come mai farne salire la voce fino ai gradini del trono, e come pòrgerne all'illustre Cibrario un qualche segno che gli potesse riuscire gradito? L'ùnica via che parèvami aperta a raggiùngere lo scopo era il lavoro e indefessamente lavorài. Sentìi il mio dovere di vòlgere a profitto della scienza quella pensione che per un illuminato amore della scienza mi era stata concessa e fui irresistibilmente condotto a tentare le nuove esperienze. Dapprima cominciài ad

eseguirle sopra una scala piccolissima fondendo ad ogni volta non più di un mezzo chilogrammo di materia. Il successo di questi piccoli esperimenti mi trasse di mano in mano ad eseguirli in proporzioni sempre maggiori. Esaurite le mie risorse, potèi continuare per qualche mese gli studii, senza alcun mio càrico, nell'Istituto tècnico superiore di Milano, dove il Direttore, che è l'egregio amico mio Senator Francesco Brioschi, non solo contenne, coll'autorità del suo nome, le opposizioni pronte a prorómpere, ma fece in modo che il mio primo esperimento fosse onorato dalla presenza di Alessandro Manzoni e l'ùltimo da quella del Prìncipe Umberto e della graziosìssima sua Consorte la Principessa Margherita. E così approfittando ora d'un ajuto ora dell'altro riuscii ad aumentare la proporzione della materia dal mezzo chilogrammo originario fino alla quantità di cento e trenta chilogrammi.

220. Cotesti esperimenti, ch'io potèi ripètere moltìssime volte, mi offèrsero la rappresentazione di quasi tutti i fenòmeni vulcànici, e di quasi tutti mi fècero conòscere in un modo manifesto e incontrastàbile la giusta ragione. Confermàrono pienamente tutto ciò che vi è di fondamentale nella teorìa geològica plutònica, e pei maggiori lumi che mi fornìrono mi pòsero in grado di spiegare alcuni fenòmeni che prima èrano rimasti oscuri, di cómpiere la spiegazione soltanto iniziata di alcuni altri e di rettificare qualche induzione che mi era di troppo affrettato a trarre da esperienze ancora insufficienti.

221. Esporrò in questo *Capo* senza reticenze tutto ciò che imparài quand'anche ne dovesse risultare un po' di contraddizione con alcuna delle cose ch'èrano già state consegnate nel resto del libro. È fuor di dubbio che il mio lavoro avrebbe raggiunto un maggior grado di perfezione s'io l'avessi tutto rifuso per modo da tògliere fra le sue diverse parti qualunque ombra di screzio, ma preferìi di lasciarlo più imperfetto nella forma affinchè riuscisse più proficuo nella sostanza. Pensài come torni di grandìssimo ammaestramento il poter conòscere la lunga via che gl'inventori sono obbligati a percòrrere onde giùngere a stabilire una qualche semplicìssima verità; il conòscere tutti i dubbj, tutte le perplessità, tutti gli erramenti per entro ai quali dovèttero aggirarsi prima che la loro mente afferrasse un qualche punto sicuro sopra di cui potersi acquietare. Per sòlito, di tutta questa parte di faticoso lavoro mentale, siccome di quella che lascia troppo travedere la debolezza del nostro intelletto, viene colla maggior diligenza cancellata ogni traccia, ed io scrivendo il mio libro *sull'orìgine delle montagne* non mi sono discostato dalla pràtica comune, e probabilmente avrèi fatto lo stesso anche per questo che tratta dei *vulcani*, se le circostanze non mi avèssero impedito di scriverlo d'un sol getto, senza le lunghe interruzioni a cui sempre si accompàgnano i ravvedimenti. Essendo stato costretto a far diversamente, credetti ùtile di lasciar sussìstere in tutta la loro integrità le cose vecchie senza assimilarle od incorporarle alle cose trovate più tardi. Così si

potrà tener dietro alla strada percorsa, si potrà vedere di quanto gran giovamento mi sia stato il potere eseguire gli esperimenti con una materia più appropriata e un po' più in grande, e si potrà facilmente argomentare di quanto più gran giovamento sarebbe per la scienza che i detti esperimenti si potèssero praticare sopra una scala ancora maggiore.

222. La fama de' mièi piccoli vulcani s'è già di molto dilatata, e mentre i geòlogi d'Italia ostèntano di non averne contezza, giunse quì la notizia, per mezzo d'una lèttera dell'Ing. Dionigi Biancardi (*), che se ne scrive e se ne discute nelle ìsole dell'Oceàno Indiano.

I mièi vulcanetti idèntici ai grandi vulcani terrestri sono destinati a rèndere nelle scuole di geologìa il medèsimo servigio che nelle scuole di geografìa rèndono le carte geogràfiche e i mappamondi. Nè la loro importanza scientìfica scemerà col lungo vòlgere del tempo, chè anzi sembra destinata a crèscere oltre misura; imperocchè se al presente riprodùcono fenòmeni ch'egli è possìbile osservare in tutti quèi luoghi della terra dove esiste un qualche vulcano, spenti che questi sìano, rimarranno quelli senza rivali, dotati essi soli della singolar proprietà di richiamare in vita tutta la serie dei fenòmeni vulcànici quali nei vecchi libri di geologìa si troveranno descritti.

Intanto provo non piccola compiacenza nell'immaginare che quèi nostri lontanissimi pòsteri, risalutando

(*) *Gazzetta di Lodi*, 10 Luglio, 1869, N. 28.

per mezzo de' miči esperimenti i fuochi leggendarj dell'Etna e del Vesuvio dèbbano provare pel poco avventurato scopritore un sentimento di maggior simpatìa di quella che sia mai passata per l' ànima dei geòlogi vissuti meco nella medèsima età e nello stesso paese. L'amarezza che mi fa parlare così è scevra di qualunque rancore. Mi fa pena di vedere che il mondo si ostini sempre nel suo vecchio andazzo di mèttere incagli nelle ruote del progresso; ma so che il carro è uso a spezzare tutti gli ostàcoli e a non arrestarsi mai nel suo vittorioso cammino. D'altronde quando ricordo come mal capitàrono quasi tutti coloro i quali mi precedèttero nell'arduo cimento di proclamare una qualche nuova verità offenditrice di radicati pregiudizj, benedico ai tempi migliorati, e mi rassegno senza risentimenti all'ostracismo immeritato inflìttomi dai geòlogi italiani.

Artìcolo II.

Esperimento vulcànico.

Fusione della materia — Fornace — Recipiente per la materia fusa — Liquido appena versato — Fenòmeni che precèdono la nàscita del vulcano — Vulcano a crateri moltèplici — Vulcano a cratere ùnico — Fenòmeni presentati dalle lave fluite — Fenòmeni presentati dal vulcano invecchiato — Montagna vulcànica — Vulcanetti pòstumi — Contrazione della materia consolidata prodotta dal raffreddamento — La fase dei terremoti — Effetti dei terremoti — Interno del pezzo vulcànico — La cènere nel nucleo.

225. La materia per gli esperimenti può èsserci fornita da un qualunque vulcano. Macinata che sia, se ne riempie un crogiolo di ghisa che si chiude con opportuno coperchio, e poi si seppellisce in mezzo ad una sufficiente quantità di carbon fòssile arso a cui si dà il fuoco. Quando la combustione è bene avviata, il crogiolo si arroventa e la materia nell'interno dà segno di cominciare a fòndersi per mezzo d'un leggero gorgoglìo che prende di tratto in tratto la somiglianza di quello emesso dall'acqua in istato di ebollizione. Allora bisogna introdurre sotto al coperchio una mèstola di ferro, onde agitare e rimescolar la materia allo scopo di affrettarne la completa fusione. Questa operazione va eseguita con qualche cautela, affinchè la materia non troppo si raffreddi e non cada in essa alcun pezzo di carbone. Egli è perciò che il coperchio porta un tubo fesso pel lungo e superiormente aperto, che anch'esso si chiude con un coperchino a scàtola il quale col solo girare, ora

nasconde interamente l'accennata fessura, ora invece la presenta allo scoperto, affinchè si possa valèrsene per introdurre la mèstola nel crogiolo. Allorquando la materia è tutta fusa si estràc il crogiolo dalla fornace e si versa il contenuto in un altro vaso di ghisa, dove il fenòmeno si produce.

224. La fornace si fàbbrica con soli mattoni sovrapposti senza alcun cemento. Con mattoni l'uno all'altro avvicinati s'incomincia a coprire uno spazio quadro di terreno che abbia la grandezza opportuna. Poi su quel fondamento si erìgono tutt'intorno le quattro pareti che dèvono avere lo spessore di un mattone pel lungo o di due mattoni per traverso. Nel vano quadrato che riman cinto dalle dette pareti si pòsano tanti pìccoli pezzi di mattone quanti bàstino per sostenere un nuovo mattonato, in virtù del quale la fornace viene a possedere una specie di fondo pènsile. Tra i due fondi resta pertanto una càmera vuota destinata a raccògliere la cènere che passa per le fessure lasciate espressàmente tra mattone e mattone nel fondo superiore. Le dette fessure hanno poi anche una destinazione più importante, cioè quella di offrire un libero e sufficiente passaggio all'aria che serve ad alimentare la combustione.

I crogioli si adàgiano sul fondo pènsile, e le pareti della fornace si àlzano finchè raggiùngano il livello della bocca dei crogioli. Nel mezzo di ciascuna parete incominciando dal suolo si lascia un' apertura un po' più larga di quanto è lungo un mattone, e dell' altezza di cinque o sei mattoni sovrapposti.

Sul fondo di ciascuna bocca si àpplicano due lunghi frammenti di mattone e al di sopra di questi si pòngono quanti mattoni occòrrono per chiùdere l'apertura.

Pei maggiori esperimenti che ho praticato finora, l'interno della fornace è un quadrato di metri 1, 10 di lato, e dell'altezza di 0, 50. Essa è destinata a contenere quattro crogioli di ghisa, alti internamente 0, 40, e colla bocca del diàmetro di 0, 30, leggermente rastremati verso il basso, e capaci di contenere chilogrammi 33 di materia per ciascheduno.

Le dimensioni della fornace dèvono èssere molto accuratamente proporzionate al nùmero ed alla grandezza de' crogioli ch'essa deve contenere; poichè, per poco che la capacità ecceda, si corre gran perìcolo che prima della materia vulcànica si fonda la ghisa di cui è fatto il crogiolo, e per poco che rimanga in difetto, la materia vulcànica non può più èssere fusa.

225. La lava che si è fatta fòndere nei quattro crogioli si versa tutta in una conca emisfèrica di ghisa del diàmetro di 80 centìmetri, la quale con ciò non si riempie completamente, essendo essa capace di accògliere ancora il tributo di altri due crogioli sìmili ai descritti; e ciò perchè la pòlvere di lava fondèndosi perde la sesta parte del proprio volume, altrimenti a riempire la conca basterebbe il contenuto di cinque crogioli.

226. Intanto dobbiamo figurarci che la lava raccolta in quella conca rappresenti ciò ch'èsser doveva un'ìsola vulcànica prima che il lìquido di cui era costituita avesse incominciato a rapprèndersi alla superficie.

Il lìquido infuocato contenuto nel descritto recipiente animato dal proprio plutonismo vèdesi in preda ad un continuo movimento: ora si gonfia come se una mano invisìbile ne aumentasse la quantità, ora diminuisce come se si aprisse una caverna sotterranea da cui fosse in parte ingojato. Da ogni punto della sua superficie esala una lieve nubècola di fumo, entro la quale vèdonsi scoppiettare quà e là vivaci fiammelle.

227. Presto però una sottil crosta sòlida apparisce galleggiante sulla superficie del lìquido la quale, obbedendo ai movimenti di questo, alternativamente sale e discende, sì che guardàndola par di vedere il petto di un animale travagliato da respirazione affannosa. Più tardi ingrossàtasi la crosta e fissàtasi tutto all' ingiro non obbedisce più agli impulsi del lìquido fuorchè nelle parti centrali ove si gonfia in forma di cùpola. Prima però che diventi affatto immòbile, da alcune sue lacerature, sgorga la materia lìquida e sovra essa rinnòvasi il fenòmeno del fumo e delle fiammelle.

228. Così per molte bocche comincia a nàscere il vulcano. Quèi crepacci sono l'abbozzo di altrettanti crateri: il lìquido che di quando in quando scaturisce con ìmpeto da essi rappresenta il fenòmeno delle prime eruzioni. Anche queste prime eruzioni, come tutte quelle che sòrtono dai vulcani, succèdono ad intervalli e il lavoro è perfettamente concorde in tutti quanti i crateri. Ripòsano tutti nel medèsimo tempo emettendo allora soltanto qualche sbuffo di fumo o qualche fiammella. Guardando dentro gli stessi vèdesi giù in fondo la lava

infuocata oscillar continuamente per moti alternativi di salita e di discesa, finchè poi la si vede in tutti i crateri simultaneamente sollevarsi sempre più e riempìtili traboccare da essi, spandèndosi tutt'all'ingiro. E le correnti di lava sgorgate ad intervalli in nùmero grande ed impietrite le une sulle altre, edificano, intorno a quelle scaturìgini, considerèvoli prominenze di forma cònica; e così le piccole montagne che spòrgono dalla superficie piana dell'isola presèntano di già varie notàbili rassomiglianze coi nostri vulcani. Il cratere che siede sulla cima di ciascun monticello ha la nota forma di imbuto e comùnica per mezzo di un canale col sotterraneo serbatojo della lava in fusione. Anche la pluralità dei coni vulcànici non è una specialità dell'esperimento la quale non abbia il suo esatto riscontro nei vecchi vulcani terrestri in quanto che anche questi nella loro prima età solèvano lavorare con bocche moltèplici come succede ancora pel Jorullo e come è fàcile il constatare che sia succeduto per qualunque vulcano tosto che si getti uno sguardo a' suòi piedi, o ne' suòi dintorni.

Ma l'attività vulcànica si ritràe ben presto da molti dei detti piccoli coni e ad ogni nuova eruzione se ne osserva qualcuno entro cui la lava consuma tutte le sue forze per raggiùngere la sommità d'onde non può traboccare ma vi rimane stagnante e consolidàndosi ne chiude l'apertura. Così i coni attivi si ridùcono a pochi e un po' più tardi a due soli i quali con vigore aumentato garèggiano lungo tempo per modo che riesce diffìcile il prevedere a quale rimarrà la vittoria definitiva.

Per altro infine si chiude anche l'uno di questi e l'ùltimo supèrstite allarga allora il suo cratere e attende al lavoro con un'attività straordinaria.

229. Quando il vulcanetto entra in questa fase sono per sòlito già scorsi dai quìndici ai venti minuti. Colla materia copiosa e densa che scaturisce da quell'ùnico cratere la pìccola montagna va rapidamente aumentando di mole e dopo alcuni minuti sovrasta già di tanto alla sua spenta rivale che questa non può più figurare che come un'accidentalità quasi insignificante della formazione vulcànica. Ora in mezzo alla sua grande attività l'ùnico vulcanetto rimasto va soggetto a così lunghe interruzioni da fàrci sospettare ad ogni tratto che la sua forza sia interamente esaurita. Invece il vulcano pare che col riposo ristori le proprie forze, mentre le molte eruzioni che ad intervalli per lungo tempo ancora si succèdono dimòstrano ch'esso non ha perduto nulla del primitivo vigore. Questa fase dura dai dieci ai dòdici minuti. Durante il riposo, dal cratere esala sempre il fumo e spesso vi si accende la fiamma. Intanto si sente il sotterraneo brontolìo che fanno le lave agitàndosi nell'interno del bacino. Quando alla bocca del cratere vèdesi la fiamma accorciarsi come se fosse succhiata verso l'interno si ha il segnale dell'avvicinarsi delle lave e dell'imminenza dell'eruzione.

230. I torrentelli di lava che sgòrgano abbondantìssimi dal cratere presèntano fenòmeni che mèritano di èssere descritti. Aggrappati sul fianco della montagna o distesi sulla pianura dopo breve tempo si arrèstano,

si spèngono e raffreddàndosi si convèrtono in pietra; pure non è raro il caso di vedere una corrente non più alimentata dal cratere, già fàttasi immòbile e quasi irrigidita, riprèndere da sè stessa il suo cammino e dilatarsi a coprir nuovo terreno, e qualche vòlta, invece di discèndere, arrampicarsi verso l'alto, e il lìquido uscito dal cratere, rifacendo la via percorsa, riversarsi di nuovo entro il medèsimo. Più spesso per altro succede che al di sopra d'una corrente di lava quasi irrigidita si apre un pìccolo cratere entro il quale accèndesi una fiammella annunciatrice di pròssime pìccole eruzioni le quali, comportàndosi nel modo stesso di quelle che sòrtono dal gran cratere, dànno orìgine ad un vulcano minùscolo e ripètono in pìccolo tutta la serie dei fenòmeni che la materia accumulata nel recipiente è destinata a produrre.

231. Ora èccomi a descrìvere l'ùltima fase della formazione del vulcano. In questa, essèndosi il monticello già di molto elevato, e incominciando in qualche punto ad ingorgarsi il lungo camino vulcànico, le lave non tròvano più come prima liberìssima la via per recarsi allo scoperto, epperò l'efflusso delle stesse fàttosi meno copioso ha luogo senza rilevanti interruzioni; se non che di quando in quando il lavoro cessa perchè il camino è vuotato da qualche violento soffio d'aria che scaglia con ìmpeto le lave divise in brandelli a considerèvoli altezze, d'onde poi càdono al suolo già trasformate in pìccole pietre. Qualche volta invece dalla superficie della lava agitàntesi nel cratere vèdonsi prèndere il volo verso l'alto cento pìccole bolle che raccolte

dopo la caduta si tròvano rotonde e cave a somiglianza delle così dette *bombe* vulcàniche di cui sono la fedele rappresentazione. Infine stringèndosi sempre più il cratere, le ùltime gocce di lava, con un lavoro lento, incessante, regolarìssimo, finìscono ad edificare sulla sommità del vulcano alcune guglie còniche a pareti affatto liscie simili a quelle delle montagne. E così si chiude il vulcano e cessa ogni esterno movimento salvo quello di una dèbole fiammella che si mantiene accesa sull'ùltima cima del cono vulcànico ancora per alcuni minuti.

232. Nel modo descritto durante un tempo che varia fra i 30 e i 40 minuti sorge una montagna vulcànica in forma di cono avente un'altezza compresa tra i 35 e i 45 centìmetri.

233. Il vulcano è chiuso, ma nell'interno contiene ancora lava in istato di fusione, e se si fora la crosta della pianura figgendo a forza di martello un robusto cuneo di ferro fin nel cuore del bacino, all'estrazione del cuneo tien dietro dapprima una vera esplosione di lave infuocate, dopo di che comincia il lavoro regolare delle eruzioni, che dànno orìgine ad un secondo monticello vulcànico il quale però non raggiunge che una pìccola altezza e presto si chiude.

Nello stesso modo si pòssono far nàscere ancora in piccol nùmero alcuni altri di questi monticelli vulcànici, finchè dai fori che si pràticano più tardi, essendo tutta la lava consolidata, non esce più nulla.

234. Supponiamo che appena chiuso il vulcano si trovi ch'esso sovrasta di 35 centìmetri alla pianura che

lo sopporta. Collocato un segno fisso a contatto del vèrtice della prominenza, dopo qualche tempo il contatto più non esiste e la distanza che separa il segno dalla prominenza va a poco a poco crescendo fino a due centìmetri. Ora, poichè il segno era fisso, bisogna dire che la prominenza si sia abbassata; e infatti misurata di nuovo la sua altezza dalla pianura, si trova che invece di 35 centìmetri è ridotta a 34, è che quindi ha diminuito d'un intero centìmetro.

La montagna, dura come pietra, anzi veramente fatta di pietra, ha dunque potuto in virtù del suo raffreddamento accorciarsi d'un intero centìmetro, il che, per quanto paja cosa straordinaria, non basta ancora a dar ragione del distacco dei due centìmetri prodòttosi tra il segno fisso e il vèrtice della prominenza. A spiegare il distacco dell'altro centìmetro si è costretti ad ammèttere che di quanto si è abbassata la montagna rispetto alla pianura, d'altrettanto si è abbassata questa rispetto al fondo del vaso, e che quindi quella materia vulcànica sulla lunghezza di circa 70 centìmetri, in virtù del raffreddamento, ha subito una contrazione di più che due centìmetri, il che corrisponde, come si vede, a circa il 3 per 100: contrazione enorme che non ha nessun paragone con quella che subìscono gli altri corpi pietrosi fino ad ora studiati. E che ciò veramente sia ci vien confermato dal fatto che tra la parete del vaso di ghisa e il pezzo vulcànico in esso contenuto si è formato tutt'all'ingiro un vuoto di più che un centìmetro di larghezza, il che darebbe più d'un centìmetro

di contrazione sopra un raggio di 35 çentìmetri; epperò se si tien conto del restringimento subito dal vaso si trova che la contrazione è maggiore di quella dichiarata di sopra e si accosta alla proporzione del 4 per 100.

233. Il pezzo vulcànico, cessato che sia ogni esterno lavoro, entra in una fase di quiete che dura per lo spazio di quasi due ore. Dopo comincia a mandar qualche crèpito a cui succèdono di quando in quando alcuni piccoli scoppj. Poi il crepitìo si fa quasi continuo e muove or quà or là da tutti i punti del pezzo vulcànico, cosicchè questo, quasi ripigliasse una vita novella, sembra tutto agitato da una particolar commozione. Questi crèpiti sono il segnale che il pezzo vulcànico è entrato nella fase dei terremoti, e ci pòrgono notizia dell' interno lavoro con cui questi vèngono preparati. Infatti dopo qualche tempo si ode una forte detonazione, in conseguenza della quale una porzione della crosta viene così violentemente scossa dal basso all' alto che si vede ridotta in frantumi dei quali alcuni sono lanciati lontano. Questa località colpita dal terremoto è anche il centro da cui diràmasi una lunga e profonda fenditura diretta secondo un arco di cìrcolo parallelo alle pareti del vaso. Dopo questo primo terremoto tutto ritorna nello stato di quiete, eccettuato il crepitìo che pare divenuto più intenso ed operoso di prima. Passa circa un quarto d'ora poi si ha un secondo commovimento del suolo annunciato da una detonazione rumorosissima che pare un colpo di pistola e accompagnato da tutti gli stessi fenòmeni che fùrono poc'anzi descritti.

Poi passa circa una mezz' ora e si ha un' altra scossa, e qualche volta due o tre che si succèdono a brevi intervalli, e poi passa più di mezz'ora affinchè si abbia un altro gruppo di terremoti, e così via via finchè non sìano passate almeno sei ore dall'estinzione del vulcano.

Quando il pezzo vulcànico è interamente raffreddato cessa nel medèsimo ogni residuo di attività; tàcciono affatto i crèpiti e la fase dei terremoti è trascorsa per sempre.

236. Passando in rivista gli effetti prodotti da questi sulla superficie si trova: 1.° Che i pìccoli vulcanetti pòstumi che si fècero nàscere mediante aperture praticate artificialmente sono tutti senza eccezione schiantati dalle fondamenta per cui rimàngono sulla pianura come corpi estranei colà posati senz' alcun legame con essa. 2.° Che i pìccoli vulcanetti iniziali fùrono quasi tutti fessi in varie direzioni e i coperchi dei loro crateri ridotti in frantumi. 3.° Che vi è una serie di fenditure ad arco di cerchio che si succèdono l' una l' altra a pìccoli intervalli e che se non avèssero interruzioni disegnerèbbero un cìrcolo intero parallelo alle pareti del vaso e diviso da esse da una fascia circolare di cui la larghezza è circa un dècimo di quella che ha la faccia orizzontale circolare del pezzo vulcànico. 4.° Che vi sono varie fenditure trasversali tra cui ve n'ha qualcuna che scorre sulla base della montagna vulcànica.

237. Ora passando a spezzare il masso vulcànico e ad esaminarne l' interno, noteremo dapprima che vi è tutt'all'intorno per lo spessore di due o tre centìmetri

una crosta poco porosa e poco salda, tolta la quale viene allo scopertó il nucleo dotato di una straordinaria saldezza e sommamente poroso.

Rotta la crosta circolarmente ai piedi del cono vulcànico, questo si può tògliere dal suo posto tutto in un pezzo e si può constatare ch'esso sorgeva dal cùlmine di una volta la quale distendèvasi al di sopra di una spaziosa caverna di cui il pavimento piano e levigato è costituito dalla superficie superiore del nucleo.

Il camino vulcànico guardato per di sotto apparisce vuoto fin verso la metà, e la sua bocca ora è perfettamente rotonda, ora conserva tuttavìa la figura dell'antico crepaccio da cui si vìdero uscire le prime eruzioni.

Il nucleo spogliato dalla crosta presenta alcune fenditure trasversali cagionate dai terremoti i quali qualche volta èbbero la forza di spaccare l'intera massa dividèndola in due ed anche in più parti. Le fenditure in ogni modo sono di gran giovamento per poter ròmpere il nucleo il quale quantunque poroso resiste ai colpi replicati di un grosso martello, e non si può ridurre in frammenti fuorchè percuotèndolo a tutta forza con una mazza poderosa. Però questo nucleo così tenace si può con tutta facilità separare da una sua porzione che òccupa la metà superiore e gira intorno alla porzione rimanente a guisa di anello. Il nucleo adunque si deve considerare come composto di due parti addossate bensì ed aderenti ma assài facilmente separàbili, cioè una parte centrale ed una parte annulare. Tra le due parti v'è una specie di sutura, od una superficie

di clivaggio, e la linea circolare di separazione è immediatamente sottoposta alla linea circolare delle fenditure prodotte sulla crosta dai terremoti.

238. Spaccato il nucleo centrale in due metà si osserva che il suo color nerastro uniforme è interrotto verso il mezzo da una striscia di color cinereo la quale assottigliàndosi e prendendo la forma della luna falcata rècasi d'ambo i lati verso l'alto, fin quasi alla superficie. La càusa di questa differenza di colore è una differenza di struttura sommamente notàbile. Mentre il liquido che diede orìgine al nucleo si è consolidato in un corpo difficilissimo a spezzarsi, proprio nel bel mezzo di questo tròvasi accumulata una materia senza alcuna coerenza, una sottilissima pòlvere di color cinereo, la quale esaminata diligentemente si riconosce idèntica alla cènere che in grandissima quantità suol uscire dalla bocca dei vulcani terrestri; ed è a crèdersi che se gli esperimenti fòssero fatti sopra una scala maggiore e il lavoro vulcànico durasse un po' più, anche questa cènere che si rinvenne chiusa nel centro del nucleo avrebbe trovato la via per uscire allo scoperto, offrendo agli occhi lo spettàcolo d'una pìccola nube infuocata.

La quantità di cènere contenuta ne' mièi vulcanetti varia da una volta all'altra, ma il suo peso medio si può ritenere di due ettogrammi. Se la cènere si potesse estrarre dal nucleo tutta in un pezzo avremmo sotto gli occhi una specie di scodella, di cui le pareti rappresenterèbbero in rilievo la forma della cavità dove trovàvasi annidata.

Articolo III.

Paradossi vulcànici.

Paradossi fisiològici — Paradossi vulcànici — Flusso e riflusso delle lave — Vulcani provenienti da due diversi plutonj — Nido originario delle lave — Difficoltà contro l'opinione di grandi cavernosità generàtesi nell'interno dei vulcani in conseguenza delle materie eruttate — Persistenza delle caverne vulcàniche ad onta delle eruzioni.

239. Quando nella produzione di un qualche gruppo di fenòmeni lavora celatamente una càusa sconosciuta di cui non si sospetta l'esistenza, avviene ch'essa sconcerta tutte le previsioni ed imprime ai fenòmeni stessi un andamento così strano ed eteròclito che nelle classificazioni adottate non si trova il posto per collocarli, e quando si confròntano a qualche fenòmeno conosciuto, egli è piuttosto a tìtolo di contrasto che per ragioni di somiglianza. Ciò fu per lungo tempo il caso dei fenòmeni presentati dagli èsseri vivi; onde era pressochè generale l'opinione che la vita fosse uno stato eccezionale, una continua protesta contro le ordinarie leggi della natura, una vera anomalia, un paradosso in permanenza. In ogni stelo che abbattuto dal vento tornava a raddrizzarsi, scorgèvasi un atto di ribellione contro le leggi della gravità, in ogni animale che ostinàvasi a rimaner caldo in un ambiente freddo, veniva segnalata un'infrazione alla legge dell'equilibrio delle temperature, e così dicasi di qualunque altro atto vitale. Ma invero nessuna legge naturale era stata violata e scompàrvero

ad un tratto le eccezioni e i miràcoli tosto che della vita s'incominciàrono a intraveder le cagioni e ad analizzare le molle che la rèndono attiva.

240. Pei fenòmeni vulcànici doveva succèdere la stessa cosa finchè il plutonismo che li produce lavorava occultamente senza èssere sospettato. E infatti i naturalisti che più attentamente li studiàrono e più minutamente li descrissero, èscono assài frequentemente in espressioni di maraviglia per l'andamento insòlito e strano da essi tenuto. E per verità, mentre è noto che tutti i lìquidi trovando un piano inclinato scòrrono verso il basso, non doveva recar stupore il vedere qualche volta le lave, uscite dal cratere e discese sul pendio della montagna, rifare il cammino percorso e arrampicarsi verso l'alto? non doveva recar stupore che una corrente di lava esposta allo scoperto e già irrigidita, invece di continuar senza posa a raffreddarsi, aumentasse di quando in quando la propria temperatura e riacquistasse il calore perduto? non doveva recar stupore il veder frequentemente la lava sollevarsi a montagne di maggiore altezza proprio là dove la cavità dentro la quale era penetrata aveva la maggiore profondità? Tutti questi fatti osservati con occhio perspicacìssimo e maestrevolmente descritti dal nostro illustre Arcàngelo Scacchi non hanno più nulla di sorprendente o di straordinario per chi conosca che le lave sono un lìquido plutònico e non ignori le leggi del plutonismo.

241. Non si può dire altrettanto d'un fatto sospettato da molti e che ultimamente sembra stato posto

fuori di dubbio dalle osservazioni replicate e accuratissime istituite dall' egregio Prof. Palmieri nelle eruzioni del Vesuvio. Pare constatato che le lave diano segno di sentire l'attrazione della lùna e vàdano soggette al flusso e riflusso. Il fenòmeno è per verità molto strano e colle cognizioni che finora si hanno non si può in alcun modo spiegare. Ammesso che le lave obbediscano all' attrazione della luna non lo fanno direttamente come le acque del mare ma per l'intermezzo del flùido espansìbile che tròvasi condensato nella caverna vulcànica e che per la sua elasticità arriva a portarle in alto fino alla bocca del cratere. L'equilibrio tra il peso della colonna lìquida sollevata e la tensione del gas si stabilisce come in una specie di baròmetro. Se per una càusa qualunque diminuisce il peso della colonna sollevata, rimanendo inalterata la tensione, deve nuovo lìquido entrar nel camino ad aumentar l' altezza della colonna. Tale dovrebbe èssere il caso della presenza della luna al di sopra del vulcano. La gravità della materia penetrata nel camino soffre una piccola diminuzione, la tensione del gas non è modificatà e per conseguenza la luna pròvoca effettivamente un aumento di altezza nel lìquido penetrato e ne chiama una nuova quantità a penetrare. Questo aumento di livello deve èssere proporzionale all' altezza della colonna lìquida sollevata e si può con facilità calcolare. Se il medèsimo in un vulcano come il Vesuvio nel quale lo sviluppo del camino vulcànico può al più raggiùngere sei mila metri d'altezza potesse valutarsi nella misura di qualche

centìmetro ne seguirebbe che un sì piccolo aumento di livello, finchè la lava è contenuta entro il camino vulcànico, soggetta, come essa è, a continue oscillazioni di ben più grande rilievo, riuscirebbe affatto irreconoscìbile; ma una volta che la lava fosse traboccata, potèndosi quèi pochi centìmetri considerare come un aumento di battente, la velocità dello sgorgo ne sarebbe sensibilmente aumentata, e la corrente si farebbe più cèlere e più abbondante.

La teorìa pertanto c'indurrebbe a crèdere che potesse benìssimo l'effetto della luna apparire insignificante nelle lave contenute e divenire sensibilìssimo nelle lave traboccate. Però tutto il nostro ragionamento riposa sulla supposizione che l'aumento di livello provocato dalla luna in una colonna di lave alta circa sei mila metri possa valutarsi di qualche centìmetro. Invece calcolando il valore di questo aumento si giunge a tutt'altro risultato. In un vulcano collocato nelle condizioni più favorèvoli per sentire l'influenza della luna, la quale si suppone che possa passargli di sopra verticalmente; occorre che la colonna delle lave sollevata sia maggiore di 8000 metri perchè la luna vi pròvochi l'aumento di un solo millìmetro. Nel Vesuvio adunque, e perchè la luna lo guarda obliquamente e perchè la colonna lìquida sollevata è certamente minore di 8000 metri, l'aumento d'altezza provocato dalla luna non può èssere che una frazione di millìmetro, e quindi non solo impercettìbile finchè la lava è nel camino vulcànico, ma ben anche affatto insignificante dopo ch'essa è traboccata. Quindi

se questa corrispondenza tra le posizioni della luna e la recrudescenza o la mitigazione delle eruzioni si è potuta bene constatare, il fenòmeno deve dipèndere da qualche càusa sfuggita finora àlle investigazioni dei naturalisti, e però non potrebbe classificarsi in alcun'altra categorìa che in quella dei paradossi.

242. Nelle due serie di esperimenti vulcànici che praticài coi due diversi plutonj si presentàrono alcune conformità e alcune differenze che mèritano di èssere notate. Il vulcano nascente lavora sempre per varie bocche le quali più tardi si chiùdono riducèndosi ad una sola, ma col vecchio plutonio le eruzioni si effèttuano successivamente per le diverse bocche, mentre invece, col plutonio nuovo, finchè le bocche sono aperte, contìnuano ad effettuarsi in tutte nel medèsimo tempo. D'altronde nel primo caso anche quando il vulcano è ridotto ad avere un'ùnica bocca, le lave si mòstrano più vagabonde e il cratere spesse volte accompagna le lave ne' loro pellegrinaggi mutando di luogo e producendo un intero gruppo di prominenze, il che non si verificò mai nel secondo caso, sebbene gli esperimenti si sìano fatti sopra una scala alquanto maggiore.

243. C'è invece un fatto importantìssimo nel quale si accòrdano perfettamente i massi vulcànici delle due provenienze, i quali esaminati nel loro interno dimòstrano di non avere alcuna cavità che possa crèdersi originata in conseguenza delle eruzioni. Tutte le numerose correnti di lava che uscìrono dal cratere scaturìrono in orìgine dalle vìscere del masso vulcànico già

per metà consolidato e non lasciàrono altro segno del luogo ove tenèvano il loro nido se non che nelle infinite e ragguardèvoli porosità che conferìscono al masso vulcànico l'aspetto d'una rìgida spugna. Veramente se dovèssimo tener conto di un'importante differenza che si rilevò nell'esame comparativo dei due massi vulcànici, saremmo tratti a stabilire che le eruzioni nei due casi diversi traèssero la loro principal provenienza da due diverse località. E infatti nei vulcani degli ùltimi esperimenti si è trovato che un nucleo porosìssimo era involto da una corteccia stratificata, assài poco porosa; mentre invece nei vulcani dei vecchi esperimenti s'era trovato che una corteccia porosìssima inviluppava un nucleo assài poco poroso, *pàg.* 104. Da ciò scaturisce naturale l'induzione che le correnti di lava tràggano negli uni specialmente dal nucleo l'orìgine loro, mentre che invece negli altri la tràggano specialmente dagli interni strati corticali. Io però porto opinione che tali differenze, molto rilevanti ne' pìccoli esperimenti, coll'aumentar la proporzione di essi dèbbano di mano in mano diminuire, cosicchè si possa ritenere che nei grandi vulcani provèngano le lave in copia grandìssima così dagli strati corticali come dal nucleo.

Intanto gli esperimenti, quantunque pìccoli, han rivelato un fatto importantìssimo, impreveduto e affatto contrario all'opinione generalmente professata secondo la quale i fiumi di materia che eròmpono dalla bocca dei vulcani dovrèbbero lasciare, nell'interno di questi, immensi bàratri vuoti. E invero l'opinione opposta era

tanto inverosìmile che niuno avrebbe potuto adottarla prima che gli esperimenti non ne avèssero messa in chiaro la verità.

244. Ecco intanto una difficoltà che avrebbe potuto rèndere sospetta l'antica opinione. Come mai potèvano restare tanti spazj vuoti nella profondità della montagna vulcànica, mentre vi è tanta materia lìquida nell'interno da non potervi capire e da èssere obbligata ad ascèndere entro il camino vulcànico per riversarsi fuor dal cratere? Quì vediamo che i paradossi ci si presèntano a due a due, perchè: 1.º è un fatto che per quanto èscano dal vulcano veri fiumi di materia, non si gènera nel suo interno alcuna considerèvole cavità che corrisponda alla materia eruttata: 2.º per quanto sia elevatìssimo il livello a cui sàlgono le lave nell' interno della montagna vulcànica in occasione delle eruzioni, pure non vèngono obliterate le cavità che vi sono nelle profondità del vulcano, cosicchè le stesse dopo l'eruzione tròvansi ancora vuote come prima e della medèsima grandezza.

245. La montagna vulcànica ha per sòlito il suo fondamento sopra la volta di una grandissima caverna la quale ebbe un'orìgine anteriore all'uscita delle prime lave e fu generata dalla pressione delle materie aeree contro la crosta formàntesi, tuttavìa calda e flessìbile. Nel punto culminante della volta àpresi la bocca inferiore del camino vulcànico, che rimane pertanto di un lungo tratto separata dal pavimento piano e liscio della caverna dov' è manifesto che giungeva il livello del lìquido quando èbbero luogo le prime eruzioni, livello

che forse non fu più raggiunto e per certo non più oltrepassato dal lìquido nelle sue eruzioni posteriori. Il lìquido adunque che saliva nelle ùltime eruzioni fino alla sommità di un elevatìssimo cratere rispettava quella riposta cavità e se per raggiùngere la base del vulcano dovèa passare attraverso alla stessa, non deviava dal suo cammino e saliva diritto senza riversarsi all'ingiro da nessun lato.

Questo singolare fenòmeno che per molto tempo mi rimase oscurìssimo e che sempre mi riempiva l'ànimo di maraviglia, non mancava mai di colpirmi la vista ogni qual volta, chiuso il vulcano principale, trivellava la crosta ai piedi della montagna per aprir l'àdito alla formazione di un vulcanetto pòstumo. Guardando attraverso all'apertura vedèvasi la molta distanza che separava la faccia inferiore della crosta forata dal piano incandescente ove scorgèvansi le fluttuazioni della lava. Eppure dopo breve tempo, salita la lava fino all'apertura, traboccava da questa in piccole correnti, nè potèvasi crèdere che tanta ne fosse già internamente scaturita da riempire la grande cavità sotterranea, la quale infatti, allorchè si spezzava il vulcano, mostràvasi ancora interamente vuota, tranne che nel prolungamento verticale dell'asse del vulcanetto, dove qualche volta trovàvasi un piccolo pilastro che si sarebbe detto la radice del vulcano, e che rimaneva colà ad indicare la via tenuta dalla lava quando, dalla profondità dove giaceva, s'incamminò diritta a guadagnar la bocca da cui scaturire.

Certo che se la caverna fosse realmente vuota di ogni materia un fenòmeno così strano non si potrebbe produrre; ma dobbiamo ricordare che nelle caverne vulcàniche le materie aeree affluìscono senza posa, e che di queste siano sempre ripiene ci vien manifestato dagli sbuffi di fumo e dai soffioni di vento che continuamente sprigiònansi dal cratere e da tutti gli spiragli vulcànici. In ciò sta la chiave del fenòmeno il quale ora per me non ha nulla di enigmàtico, come si potrà vedere nell'*Artìcolo* seguente, ove del medèsimo vien data una spiegazione così chiara e soddisfacente da non lasciar più nulla a desiderare.

246. Intanto ricapitolando dirò che dei due fenòmeni or ora discussi quello delle caverne che si supponèvano derivate dalle eruzioni, e quello della persistenza, anche dopo l'eruzione, delle caverne preesistenti, il primo che pareva naturalìssimo è in contraddizione coi fatti, e l'altro che pareva assurdo invece si verìfica. È un fatto che le lave dal fondo del loro nascondiglio par che vèdano da lontano la luce del camino vulcànico, cosicchè si vòlgono direttamente verso quel punto come se vi fòssero chiamate da una particolare attrazione o guidate da un misterioso istinto; ed è un altro fatto che le lave sono spremute fuori per innumerèvoli scaturìgini da quella spugna che forma il nucleo vulcànico entro il quale non rimane altro segno della loro dipartita se non che una corrispondente diminuzione di peso specìfico, od una porosità tanto maggiore quanto fu più grande la quantità delle lave che da esso scaturìrono

per sgorgar dal vulcano. Era già noto ai naturalisti che le pietre di orìgine vulcànica sono per la più parte assài porose, e il fenòmeno della porosità si spiegava colla quantità delle materie aeree che tròvansi disseminate nella pasta che dà orìgine a quelle pietre; ma non si era mai nemmeno sospettato che la porosità potesse èssere in rapporto colla quantità della materia eruttata; eppure la circostanza che nei materiali provenienti dal medèsimo vulcano si riscòntrano differenze di peso specìfico veramente enormi, avrebbe dovuto far comprèndere che la spiegazione della porosità, desunta unicamente dall'abbondanza delle materie aeree, riusciva nella maggior parte dei casi affatto insufficiente.

In questo *Artìcolo* abbiamo avuto occasione di rilevare come sìano frequenti i fenòmeni vulcànici che hanno l'apparenza di paradossi, per altro abbiamo anche nel tempo stesso potuto conòscere come, fatta una sola eccezione pel fenòmeno tuttavìa misterioso del flusso e riflusso, tutto ciò che pareva eccezionale o strano rientri nelle règole ordinarie ed apparisca naturalìssimo, tosto che sia fatta al plutonismo tutta la parte che di pieno diritto gli spetta. Se nella spiegazione dei fenòmeni vulcànici omettiamo di prèndere in considerazione il plutonismo, tutto diventa oscuro, anòmalo, paradossale, e ci parrebbe assurdo perfino il principio più fondamentale del vulcanismo, cioè che l'attività vulcànica figlia della consolidazione deve èssere suscitata dal raffreddamento, e sarebbe interamente paralizzata dai flussi calorìfici a cui tanto si amava di attribuirla.

Articolo IV.

Le intermittenze geològiche.

Le intermittenze dei varj fenòmeni geològici dèvono ammèttere una càusa comune — Spiegazione immaginata dal Bunsen — Che cosa vi è di comune in tutti i fenòmeni geològici intermittenti — Descrizione e spiegazione del fenòmeno presentato dagli *idrorgoni* d'Islanda (*geysers*) — Come la data spiegazione possa estèndersi agli altri fenòmeni intermittenti — Pròve che i mièi esperimenti vulcànici sono veri vulcani.

247. La natura ha stabilito sulla superficie della terra un'intera famiglia di fenòmeni che si riprodùcono a determinati intervalli di tempo con una grandìssima regolarità. È frequentìssimo il caso delle fontane intermittenti di cui grandioso ed imponente esempio ci vien presentato dagli *idrorgoni* d' Islanda (1). Non è raro il caso di laghi che in una certa stagione dell'anno sono pieni di acqua e rimàngono asciutti nell'altra stagione: è cèlebre sotto questo rapporto il lago di Zirknitz nell'Illiria. Sappiamo che in quasi tutti i vulcani i perìodi di attività sono regolarmente interrotti da lunghi perìodi di quiete, e le numerose salse che colla loro poltiglia

(1) Siccome la denominazione di *geysers* sotto della quale sono generalmente conosciute le fontane intermittenti d'Islanda ha una forma troppo esòtica per poter èssere adottata nelle lingue d' orìgine latina mi permisi di sostituirvi quella d'*idrorgoni*, che tolta dal greco significa *acqua irata*, ed è a presso a poco la traduzione di *geyser* che, come avverte il Figuier, dinota *furore*.

fangosa sembra che vògliano in tutto contraffare i vulcani hanno anch'esse esattamente come i vulcani i loro periodi di attività e quelli di quiete.

A me pare naturale che tutte queste intermittenze tràggano la loro origine da un'ùnica càusa e che sia sempre della stessa natura il meccanismo che le produce.

248. È affatto razionale e molto ingegnoso il modo immaginato dal Bunsen per rèndere ragione delle intermittenze negli idrorgoni d'Islanda, e questo modo ha ben anche il grandissimo e raro vantaggio di potersi esperimentare e di règgere alla prova dei fatti; ma pure esaminato rigorosamente vi si tròvano bastanti ragioni per dover crèdere che non sia stato il modo impiegato dalla natura. Secondo il Bunsen acciocchè il fenòmeno succeda, oltre l'elevatìssimo calore che ha l'acqua nel serbatojo da cui proviene, bisogna che in qualche sezione del condotto, ove essa si eleva, esista una temperatura superiore a quella ch'essa vi apporta. Ora se non si può negare la possibilità che ciò si verifichi negli idrorgoni d'Islanda, sentiamo che tale combinazione di temperature è già troppo complicata perchè non si possa crèdere fàcile a verificarsi in molti luoghi diversi, il che ne porterebbe alla conseguenza che se anche negli idrorgoni d'Islanda si fòssero eccezionalmente verificate le condizioni richieste per la spiegazione di Bunsen, resterèbbero senza spiegazione i fenòmeni sìmili che hanno luogo in altre località della terra, come per esempio quelli della Nuova Zelanda che sono anche più grandiosi e più spettacolosi di quèi dell'Islanda. Inoltre

la spiegazione con cui si è cercato di rènder ragione della intermittenza negli idrorgoni d'Islanda, richiedendo che il liquido posto in movimento sia l'acqua portata ad una temperatura elevatìssima, non potrebbe servire pel caso delle fontane intermittenti ad acqua fredda, nè per quello dell'apparizione e scomparsa delle acque nei laghi intermittenti, e tanto meno poi per le intermittenze delle salse e dei vulcani. Pertanto la detta spiegazione immaginata dal Bunsen, se anche valesse per le fontane d'Islanda, è chiaro che si lìmita a quel solo caso, nè può estèndersi ai casi affini; il che non essendo secondo le vie costantemènte seguite dalla natura, siamo autorizzati a crèdere che, per quanto sia ingegnosa, non sia però la vera. E tale asserzione sarà dimostrata quando del detto fenòmeno si possa indicare una spiegazione più sèmplice e che si àpplichi ugualmente bene a rènder ragione di tutti i fenòmeni affini e in generale di tutte le intermittenze geològiche.

249. Da per tutto ove ha luogo una qualche intermittenza geològica si trova che vi è un grande serbatojo d'una materia lìquida o scorrèvole che nei vulcani è lava, nelle salse è fango, nei laghi e nelle fontane intermittenti è acqua; da per tutto vi è un condotto entro cui pènetra e si eleva la detta materia; da per tutto v'è qualche materia aerea che in virtù della sua elasticità è càusa del movimento. Se il fenòmeno dell'intermittenza si potesse spiegare senza ricòrrere ad altri elementi che a quelli ora accennati i quali non màncano mai, la spiegazione avrebbe il mèrito di una

grande semplicità e si estenderebbe a tutti i casi. Ora dimostrerò come sia infatti possìbile il riuscirvi.

250. Per fissar bene le idèe e non divagare in astrazioni prendiamo a considerare un caso determinato, per esempio quello degli idrorgoni d' Islanda. Nell' interno del serbatojo l'acqua è caldìssima, cosicchè deve svòlgersi da essa una gran quantità di vapore. Se il condotto per la sua estremità inferiore pescasse nell'acqua, il vapore che va continuamente formàndosi, raccoglièndosi e concentràndosi al di sopra della superficie dell'acqua premerebbe sulla medèsima e la spingerebbe a sollevarsi nell' interno del condotto. Col crèscere della quantità del vapore crescerebbe anche l' altezza dell'acqua e ciò fino a che questa non fosse di tanto sollevata che la sua pressione facesse equilibrio alla tensione del vapore àcqueo saturante lo spazio all' alta temperatura che ha l'acqua nel serbatojo. Giunta l'acqua alla detta altezza, vi dovrebbe stare perennemente sospesa senza verun movimento più che qualche oscillazione in corrispondenza colle oscillazioni cui va soggetta la tensione del vapore nell' interno del serbatojo.

251. Ciò stabilito egli è chiaro che se il condotto avesse un' apertura più al basso dell' altezza che può èssere raggiunta dall' acqua, questa sgorgherebbe dalla detta apertura ed avrebbe una velocità tanto più grande quanto più l'apertura fosse collocata al di sotto. Inoltre è chiaro che questa velocità dovrebbe rimanere inalterata, qualora il livello dell'acqua interna, o per la grandissima estensione del serbatojo, o perchè non manchi

qualche mezzo di riparazione, si potesse considerare come costante. In questo caso la fontana sarebbe perenne e darebbe sempre la stessa quantità d'acqua nel medèsimo tempo. Che se il livello dell'acqua nel serbatojo andasse abbassàndosi, succederebbe esattamente la stessa cosa, come se rimanendo inalteràbile il detto livello, andasse d'altrettanto sollevàndosi la bocca dello sgorgo. Diminuirebbe la velocità dello sgorgo dell'acqua, ma però sempre ne sgorgherebbe, finchè la lunghezza del condotto dalla medèsima occupato non uguagliasse quell'altezza màssima a cui, come si disse di sopra, si stabilisce l'equilibrio tra la pressione esercitata dall'acqua e la tensione del vapore. Anche in questo caso la fontana sarebbe perenne salvo a cessare per sempre, quando per l'abbassamento avvenuto nel livello dell'acqua interna si fosse raggiunto quello stato di equilibrio che si è poco sopra accennato.

Ma se diminuendo il livello dell'acqua interna prima che siasi stabilito il detto stato di equilibrio la bocca inferiore del condotto arriva ad uscire dall'acqua, allora succede un fenòmeno curioso sul quale dobbiamo fermare alquanto la nostra attenzione. Uscito il condotto dall'acqua, si rompe la continuità fra l'acqua in esso penetrata e quella ch'era rimasta nel serbatojo, e tra le due acque s'insinua il vapore che prima stringeva inutilmente le pareti del condotto. Ora questo vapore ha una tensione superiore a quella che è necessaria per sostenere la colonna d'acqua entrata nel condotto, quindi questa invece di cadere è spinta a salire, e poichè col

salire si versa fuori dall' apertura, la colonna d' acqua che faceva resistenza al distêndersi del vapore va continuamente impiccolèndosi, e però il vapore cui va mancando ogni freno va distendèndosi di mano in mano più rapidamente, e comunicando una velocità sempre crescente alla colonna d'acqua che caccia fuori dal condotto. Così avviene che in quel brevissimo tempo che impiega il vapore ad occupare tutta la capacità del condotto ed a spazzarlo interamente dall'acqua, questa acquistando una straordinaria velocità erompa con ìmpeto violento, e voli per l'aria ad una grande distanza quasi come se fosse scaricata da un'arma da fuoco.

Dopo questo primo getto che succede colla forza di un'esplosione, il tubo pare che dovesse rimaner vuoto; ma invece si trova che l' acqua vi è di nuovo penetrata, e ne òccupa la porzione inferiore fino ad una determinata altezza; si trova inoltre che questa altezza va aumentando precisamente nel modo istesso come se la bocca inferiore del tubo si trovasse tuttavia sotto il livello dell' acqua. Nè è diffìcile intènderne il perchè. Quando l'acqua ch'era nel tubo è sbalestrata fuori dal vapore, nell'interno del tubo non si esèrcita più altra pressione che quella dell' aria atmosfèrica, ma dentro la caverna continua ad esercitarsi una pressione alquanto maggiore, perchè stante la brevità del tempo dello sfogo, il vapore non può ridursi tutto ad un tratto a quel lìmite mìnimo di tensione al di sotto del quale non avrebbe potuto discèndere se anche avesse avuto lìbera l'uscita per un tempo illimitato. Ora per questo eccesso

di pressione l'acqua è spinta a sollevarsi più che in qualunque altro luogo, proprio là dove le stà verticalmente al di sopra la bocca del tubo. L'acqua adunque si gonfia, pènetra nel tubo e dentro a questo s'innalza per modo che il suo peso faccia equilibrio al detto eccesso di pressione. Siccome poi dentro la caverna va continuamente affluendo e condensàndosi nuovo vapore, così l'acqua nel tubo continua a sollevarsi, e giunta allo sbocco ne sgorga con velocità crescente e ciò fino a quando il vapore interno che stringe, con forza pure crescente, il monticello d'acqua sollevato al di sotto del tubo, arriva a tagliarlo e a separare acqua da acqua. Allora il vapore guadagna la capacità del tubo e ne scaccia fuori l'acqua con ìmpeto grande. Vuotato ch'ei sia superiormente, si trova di nuovo acqua nella sua parte inferiore, e questa sale finchè venga di nuovo slanciata fuori, e così accade che i getti succèdano ad intervalli e che la fontana di perenne che era quando il tubo pescava nell'acqua, siasi fatta intermittente dopo che il livello dell'acqua discese al di sotto della estremità inferiore del tubo. A questo modo abbiamo cominciato a vedere come l'intermittenza non possa aver luogo se non che quando il tubo è per intero al di sopra dell'acqua. Ora ci faremo a considerare più minutamente questo caso onde determinar bene le condizioni in virtù delle quali può, o meglio deve, l'intermittenza prodursi.

252. V'è una copiosa raccolta d'acqua contenuta in un vaso che sarebbe interamente chiuso se non avesse un'ùnica apertura nel coperchio, apertura ch'è la bocca

inferiore di un lungo tubo. L'acqua è dotata di un'alta temperatura, cosicchè da essa va continuamente svolgèndosi una gran copia di vapore. Se il vapore di mano in mano che si svolge potrà tutto dispèrdersi non si accumulerà nell'interno forza alcuna capace di smuòvere l'acqua e di farla salire al di sopra del proprio livello; ma noi vogliamo considerare il caso in cui il vapore che si produce non possa tutto smaltirsi per quell'ùnica via ch'è aperta alla sua dispersione. Questo caso può verificarsi assài facilmente, o quando la luce del cannello sia estremamente piccola, o quando sia sommamente grande la superficie dell'acqua evaporante, o quando sia rapidìssima e copiosìssima la formazione del vapore. Ora se il vapore che si forma non può tutto dispèrdersi, andrà continuamente sempre più condensàndosi al di sopra dell'acqua, e quindi esercitando sopra questa pressioni crescenti. E queste pressioni che, se il vaso fosse interamente chiuso, sarèbbero uguali su tutti quanti i punti della superficie dell'acqua, non si mantèngono più tali in conseguenza dell'apertura. Turbata per la ragione ora accennata l'uguaglianza delle pressioni, è chiaro che la pressione mìnima apparterrà a quèi punti che sono direttamente sottoposti all'apertura del tubo, e che le pressioni andranno crescendo col discostarsi dai punti nominati, finchè si raggiùngano quèi limiti molto lontani al di là dei quali l'effetto dell'apertura non più apparisca sensìbile, e quindi le pressioni rimàngano fra loro sensibilmente uguali, e sensibilmente della stessa grandezza che avrèbbero avuto qualora l'apertura

non avesse esistito. Per questa distribuzione delle pressioni in un modo inuguale succede che la superficie dell' acqua non può più rimaner piana ed orizzontale fuorchè nella zona estrema superiormente ricordata, dove il livello si deprimerà ugualmente da per tutto: invece nella parte centrale l'acqua si troverà dovunque più alta che non sia quella della detta zona, e l' altezza che raggiungerà nei diversi punti sarà tanto maggiore quant'è minore la pressione da cui nei detti punti si sentirà aggravata, il che significa che l'altezza andrà continuamente crescendo coll' avvicinarsi a quel luogo al di sopra del quale si trova l'apertura del tubo. Abbiamo dunque una specie di cono d'acqua sollevato al di sopra della superficie di livello, cono che volge la sua punta più prominente verso la luce dell' apertura. E poichè la differenza delle pressioni màssima e mìnima va facèndosi maggiore col crèscere della pressione media, ovvero collo svolgimento continuato del vapore, così avverrà che la punta del cono andrà sempre più alzàndosi, e quindi dovrà finire coll'imboccare l'apertura, suggellàndola con un turàcciolo d'acqua che l'aumento dell' interna pressione farà penetrare più addentro e spingerà sempre più in alto.

Stabilita questa comunicazione, il vapore non può più dispèrdersi e si accùmula nella caverna aumentando la propria tensione e spingendo sempre più in alto l'acqua entrata nel tubo. Il vapore stringe orizzontalmente il pedùncolo della colonna d' acqua e tende a tagliarlo, ma questa forza viene quasi interamente paralizzata

dalla tendenza che avrebbe quel pedùncolo, caricato anche del peso dell' acqua superiore, a ricadere lateralmente sull'acqua circostante, sfasciàndosi ed appianàndosi. Ora sulla superficie laterale del detto pedùncolo si esèrcitano orizzontalmente due pressioni opposte, l' una del vapore che lo stringe e tenderebbe ad annichilarlo, inducèndolo di mano in mano a concentrarsi sempre più verso l'asse, l'altra proveniente dal peso dell'acqua sollevata che si esèrcita dall' interno all'esterno e che tenderebbe a distrùggerlo, distendèndolo e riducèndolo a sciògliersi in un velo di acqua orizzontale. Ora queste due forze opposte, finchè dura il tubo entro cui l'acqua sollèvasi, tèndono ad equilibrarsi, poichè al crèscere della tensione del vapore cresce l'altezza della colonna d'acqua sollevata, e per conseguenza col crèscere della forza che tende a stringere il pedùncolo cresce d'altrettanto la forza che tende a dilatarlo. Ma questo equilibrio si rompe tosto che il tubo manca e che l'acqua sollevata comincia a sgorgare. Allora continua a crèscere la forza che dall' esterno stringe il pedùncolo e più non cresce quella che dall'interno sapeva impedirne gli effetti. Da quel momento il pedùncolo, compresso da un cìngolo che continuamente si stringe, è destinato irremissibilmente ad èssere annichilato o tagliato. E quando questo fatto succede, abbiam già detto che il vapore entra nel tubo, spinge con forza a salire la colonna d'acqua che lo occupava, e la scaglia impetuosamente in seno all' aria fino ad una altezza consideràbile. A questo primo getto alcuni altri

tèngono dietro a piccola distanza e con quantità di acqua ognor decrescenti. Abbiam già visto come avvenga che l'acqua per l'effetto istesso della scàrica sia succhiata dal tubo, e sappiamo come poi sia sospinta a sollevarsi sempre più dal vapore che va sviluppàndosi. Siccome per altro il pedùncolo non ha il tempo di formarsi regolarmente, accade ch'esso vien rotto prontamente, e di sòlito prima che l'acqua sia giunta alla sommità ed abbia cominciato a sgorgare. Perciò il secondo getto è men copioso d'acqua del primo, e il terzo lo è meno del secondo, onde avviene che dopo uno scarso nùmero di getti il tubo si trova interamente vuoto, ed è d'uopo che il lavoro del vapore ricominci da capo onde rifare il pedùncolo e obbligar l'acqua ad entrare nel tubo, e a produrre un secondo gran getto affatto sìmile al primo: poi, dopo alcuni pochi getti di vigorìa decrescente, si ha una lunga interruzione, e poi si ha il terzo gran getto, e così di sèguito per un nùmero assài grande di volte.

233. Per le cose dette il fenòmeno delle intermittenze degli idrorgoni d'Islanda con tutte le circostanze che l'accompàgnano rimane completamente spiegato, e la spiegazione semplicissima che se n'è data può estèndersi con gran facilità a tutti quanti i fenòmeni geològici i quali si còmpiono con lunghe e règolari intermittenze. Intèndesi che all'acqua può èssere sostituito un altro lìquido qualunque ed al vapore un'altra qualunque materia aeriforme. E siccome in ogni caso in cui ci si presenta un fenòmeno geològico intermittente vi è sempre

un liquido che ora apparisce ora si nasconde, vi è sempre un'aria che mette in movimento il liquido, vi è sempre un serbatojo ed un tubo; così non manca alcuna di quelle poche condizioni che abbiamo dimostrate necessarie acciocchè il fenòmeno si produca nel modo indicato, e possiamo ritenere per certo che il fenòmeno si produce proprio come fu detto e non diversamente.

254. Nei laghi intermittenti e nelle salse, mancando la temperatura elevata, la forza che spinge il lìquido a salire non può èssere il vapor d'acqua; ma ciò non toglie che il fenòmeno non sia dell'indole stessa di quello degli idrorgoni d'Islanda e che le intermittenze non si prodùcano dietro lo stesso principio e in conseguenza di un idèntico meccanismo. Anche per questi fenòmeni vi sono prove incontrastàbili che la forza produttrice d'ogni movimento è esercitata da una materia aerea. Torna poi lo stesso che questa si gèneri nell'interno del liquido o vi pervenga da qualche spiraglio vulcànico.

Oltre che per la diversa qualità dell'aria le salse si discòstano dagli idrorgoni anche per la diversa qualità della materia che è una poltiglia fangosa invece di èssere acqua, ma si ravvicinano ad essi per la ragione che la materia salita nel tubo viene espulsa al di fuori nè più rientra nel serbatojo, mentre nei laghi intermittenti l'acqua uscita dal tubo, dopo aver riempito il bacino esteriore, rifà il cammino percorso e per la via del tubo torna al suo primo ricòvero; del che passo a dir la ragione. L'acqua spinta a salire pel condotto, o pei varj

condotti, perchè nel caso dei laghi ve n' ha di sòlito più d' uno, diminuisce di livello finchè le bocche di presa rèstano al di sopra di essa, dopo continua ugualmente a salire sino a che qualche pedùncolo non sia tagliato. Allora l' aria invade quèi condotti, scagliando con ìmpeto l'acqua, che in essi si trova, a mescolarsi tutta con quella del lago, e l' aria del serbatojo, non più là sotto contenuta da una forza sufficiente, vincendo con facilità le dèboli resistenze che ancora rimàngono, si disperde quasi interamente, permettendo all'acqua del lago, privata del suo sostegno, di precipitare al basso, e rientrare quasi in totalità, e forse anche in totalità, stante i molti condotti, a riprèndere il suo antico posto nell' interno del serbatojo. Allora incomincia da capo là dentro il lavoro dell' aria che fa sollevar l' acqua fino allo sbocco superiore d'onde di nuovo si riversa a riempire il lago, finchè l' aria rotte le dighe arriva a dispèrdersi e a permèttere all' acqua entrata nel lago di ridiscèndere ancora nel suo sotterraneo nascondiglio. E così avviene che a periodi presso a poco costanti quel lago alternativamente si riempia d' acqua e si vuoti.

235. Nei vulcani le cose succèdono esattamente nel modo stesso come nelle salse: ora è posta in piena luce la ragione per cui dopo ogni eruzione il camino vulcànico può interamente vuotarsi; ora è completato ciò che si disse al § 113, *pàg.* 84, per ispiegare la lunga durata dei riposi del vulcano: là si contemplò il tempo che deve impiegare la lava a còmpiere l'ascensione del lungo camino vulcànico, quì abbiamo accennato quello

che deve trascòrrere affinchè si formi il pedùncolo che stabilisce la comunicazione tra la lava e il camino, e questo tempo è spesso assài considerèvole ad onta che ad abbreviarlo concorra la circostanza che le arie le quali vanno svolgèndosi dal lìquido vulcànico, passando in grandissima copia attraverso di esso in quella parte che sta direttamente al di sotto dell'apèrtura, vi provòcano una viva agitazione gonfiàndolo e trasformàndolo in una specie di schiuma leggera, la quale dal peso del liquido circostante è spinta a raggiùngere un più alto livello: inoltre l'aria per la molta aderenza che tiene col lìquido da cui è nata non può tanto presto da esso separarsi, e mentre da ogni parte dirìgesi verso l'apertura si direbbe che vi arriva vestita di lìquido, tanta è la quantità che seco ne trae.

256. Siccome è una proprietà inerente a tutti i lìquidi vulcànici quella di svòlgere continuamente materie gasose, ne segue che l'intermittenza dell'attività vulcànica esterna è fondata esattamente sugli stessi principj da cui provèngono le intermittenze negli idrorgoni d'Islanda e nel lago d'Illiria, e quindi perchè il lavoro vulcànico non fosse intermittente bisognerebbe che si verificasse qualcuno dei tre casi seguenti: o che le pareti del camino vulcànico si approfondàssero tanto da penetrare molto al di sotto del livello del lìquido, e allora vi sarebbe un continuato efflusso di lava che uscirebbe dal cratere come l'acqua da una sorgente perenne; o che il cratere fosse vastissimo e il camino vulcànico non avesse per anco incominciato a formarsi,

come pare sia il caso del vulcano Kilauèa nell' ìsola di Hawaii: o finalmente che il camino vulcànico fosse per tal modo ingorgato da èssere quasi ostrutto, come si può crèdere che sia il corso dello Stròmboli. Dei tre casi ora ricordati, il primo non si è forse mai verificato, il secondo si verìfica sempre nei primordj della vita dei vulcani, il terzo si verìfica spesso nei vulcani pròssimi a spègnersi. Fuori che nei tre casi contemplati l'intermittenza dell' attività vulcànica esterna è un fatto che non può mai mancare.

257. Questi fenòmeni geològici ad azione intermittente sfidàrono fino ad ora la perspicacia di tutti i naturalisti, davanti allo spìrito dei quali si presentàvano oscuri come gli indovinelli della sfinge. S' incontràrono difficoltà nello spiegarli per la sòlita ragione che non si ricorre alle càuse più sèmplici se non che dopo di aver riconosciuto insussistenti quelle più complicate, che sempre per le prime si presèntano al nostro pensiero. Quì la càusa era semplicìssima ed era la stessa per tutti. Essèndomi accaduto di poter riprodurre i vulcani, era naturale che non mi rimanesse per sempre celato il meccanismo delle loro intermittenze, e appena che il vidi chiaro, ebbi a meravigliarmi dapprima che un processo così notàbile per la semplicità avesse potuto rimanere per tanto tempo nascosto, e poi ebbi a provare una grande compiacenza nel riconòscere tutt'ad un tratto come il fenòmeno dei vulcani fosse strettissimamente legato ad altri fenòmeni che sembràvano di natura affatto diversa.

258. Ciò che mi persuase fòssero i mièi vulcani della stessa natura dei vulcani terrestri è stato il fatto che mentre mirava a riprodurre un solo fenòmeno, quello delle eruzioni, vidi impensatamente nàscere insieme ad esso tutta la serie degli altri fenòmeni vulcànici. E a questa prova che a me pareva convincentìssima credeva che nessuno avrebbe potuto resìstere, nel che io m'ingannài, come i geòlogi si son presa la cura di dimostrarmi. Ora a quella gran prova se ne aggiunge una nuova, maggiore, ed è che lo studio sperimentale dei vulcani mi condusse per mano a far conoscenza con molti altri fenòmeni ne' quali io non pensava, e di cui non sospettava, tranne che per le salse, l'affinità che hanno col vulcanismo. Vorrèi che questa prova potesse bastare, ma ormài fatto esperto dal passato non mi abbandono più alle lusinghe per l'avvenire.

Articolo V.

Riproduzione sperimentale dei fenòmeni geològici intermittenti.

Riproduzione sperimentale dei varj fenòmeni geològici intermittenti — Qual grande servigio ci prèstino gli esperimenti per l'anàlisi dei fenòmeni naturali — Condizioni indispensàbili per la produzione di qualunque fenòmeno geològico intermittente — Quand'è che un esperimento si deve considerare come una vera riproduzione di un dato fenòmeno naturale — Le cose dette mèttono fuor di dubbio l'identità de' mièi esperimenti vulcànici coi vulcani terrestri.

259. Tutti i fenòmeni di cui mi sono occupato nel-l'*Articolo* precedente pòssono con gran facilità èssere sperimentalmente riprodotti. Abbiam visto che per riprodurre i vulcani altro non occorre che di procurarsi il liquido plutònico opportuno. La chiusura ermètica del vaso, la forma, la grandezza, la più propria disposizione del cannello, sono tutte cose a cui il liquido provvede da sè. Per riprodurre le salse oltre il procurarsi la materia opportuna, bisogna anche collocarla in un vaso conveniente, già da per tutto chiuso, eccettuata un'ùnica apertura verso il mezzo del coperchio. Il cannello soltanto viene quì fabbricato dalla materia eruttata. Per gl' idrorgoni e pei laghi intermittenti occorre apparecchiarsi il liquido, il vaso chiuso, ed il cannello applicato all'ùnica apertura di questo.

Se la natura è riuscita come pei vulcani, anche per gli altri fenòmeni a fabbricare il vaso ed il cannello

per mezzo del lìquido, egli è soltanto impiegando tempo e quantità di materia sommamente grandi. Sperimentalmente, adoperando le idèntiche materie impiegatè dalla natura, non si potrebbe a ciò riuscire, stante i lìmiti di tempo e di volume entro i quali siamo obbligati a restrìngerci. Ad ottenere questo intento bisognerebbe prènder materie opportunamente diverse, formandòsene qualcuna, se pur la cosa è possìbile, che possieda un potere incrostante così attivo che, in brevìssimo tempo, valga a produrre inviluppi sòlidi di considerèvole spessore. La diversità della materia non impedirebbe che il fenòmeno fosse perfettamente riprodotto. Infatti prendiamo per es. a considerarne uno, quello degli idrorgoni d' Islanda. Vediamo un grande ammasso d' acqua ad intervalli di tempo uguali èssere scagliato con ìmpeto verso l'alto, il qual fenòmeno è preceduto da un lento e quieto sollevarsi dell'acqua entro un lungo condotto verticale, e dal lento e quieto versarsi da questo in un bacino circostante, d'onde anche si vede traboccare scaricàndosi sul terreno: dopo la prima grande esplosione che projetta in aria l' acqua del condotto e quella del bacino, ne succèdono alcune altre meno violente, e poi tutto si rimette in quiete finchè passato il tempo della sòlita interruzione vèdesi l'acqua ricomparire alla bocca del condotto per ricominciare un' altra volta lo stesso giuoco.

260. La riproduzione sperimentale del fenòmeno principale preceduto e seguito da quel corteggio di fenòmeni accessorj che nettamente lo caratterìzzano, oltre a

rènderei palese la vera cagione dello stesso ci fornirà il mezzo di farne un'anàlisi compita, e c'insegnerà a distìnguere ciò che vi è di essenziale da ciò che è soltanto accidentale e che potrebbe anche mancare.

Così per es. se si domandasse: la materia silicea che tròvasi disciolta in quell'acqua bollente è necessaria per la produzione del fenòmeno? saremmo autorizzati a rispòndere di no per la ragione che il fenòmeno si può sperimentalmente produrre anche con acqua purìssima.

Qualora si domandasse se almeno il calore è proprio necessario, bisognerebbe rispòndere che il calore serve a produrre il vapore che è la forza motrice di tutto il meccanismo, e che quindi parrebbe che si dovesse ritenere come indispensàbile ed essenziale; ma considerando che la forza produttrice del fenòmeno potrebbe èssere un'altra materia aeriforme qualunque, allora si intende come sarebbe fàcile il far comparire là dentro la necessaria forza motrice senza ricòrrere al calore, a cui per es. si potrebbe sostituire una corrente elèttrica capace di decomporre una sufficiente quantità di acqua, ovvero una forza meccànica che v'introducesse l'aria dal di fuori, ovvero una forza chìmica che facesse svòlgere la materia aerea nel grembo stesso dell'acqua. Con uno qualunque di questi mezzi il calore resta soppresso e il fenòmeno succede ugualmente, e la natura che ha prodotto i laghi intermittenti con acqua non riscaldata avrebbe potuto fare altrettanto cogl'idrorgoni. Dunque anche il calore, al quale la natura ha ricorso

per la produzione degl'idrorgoni d'Islanda, non può nemmeno esso considerarsi come una condizione indispensàbile per la produzione del fenòmeno in gènere. Inoltre è chiaro che se per la produzione del fenòmeno la presenza di un lìquido è necessaria non è per nulla necessario che questo lìquido sia proprio l'acqua, potèndosi lo stesso riprodurre perfettamente anche collo spìrito di vino, col petrolio o con un altro lìquido qualunque.

261. A che si ridùcono adunque pel fenòmeno le condizioni assolutamente indispensàbili? Si ridùcono a queste poche: la presenza d'una quantità convenèvole di una materia lìquida, lo svolgimento dal seno di questa materia lìquida o l'introduzione nel vaso che la contiene di una sufficiente quantità di una materia aerea; poi occorre che il vaso sia chiuso ermeticamente e che il condotto tèrmini convenevolmente nel basso per modo da non approfondarsi nell'acqua, e da non èssere troppo lontano dalla sua superficie. Osservate queste fàcili condizioni l'idrorgone si può riprodurre sempre ugualmente bene, sempre idèntico a sè stesso, sempre accompagnato da quèi fenòmeni accessorj che lo caratterìzzano, sebbene s'impièghino materie e modi diversi.

Io lo produssi prendendo per vaso una bottiglia, per condotto un cannello di vetro fatto arrivare nell'interno della bottiglia per un foro del turàcciolo che ne chiudeva ermeticamente la bocca. Adoperài per lìquido l'acqua fredda alla quale mescolài, per lo svolgimento dell'aria, un po' d'àcido solfòrico e un po' di pòlvere di marmo.

Nell'idrorgone fatto colla bottiglia si hanno varj impetuosi getti d'acqua separati fra loro dai dèbiti intervalli, ma dopo un certo nùmero di getti l'attività, come è naturale, cessa interamente, il che proviene da ciò che, per l'acqua uscita, va deprimèndosi il livello dell'acqua interna e distaccàndosi troppo dalla bocca inferiore del cannello. Ora come avviene che questo medèsimo fatto non si produca negl'idrorgoni d'Islanda che pure fanno pèrdite d'acqua sommamente considerèvoli? Una delle risposte sarebbe che il bacino sotterraneo avesse una così immensa estensione che le pèrdite d'acqua fatte finora, non fòssero per anco riuscite a far di tanto deprimere il livello interno che il fenòmeno dovesse cessare; ma sembra più naturale il crèdere o che il bacino sotterraneo abbia modo di alimentarsi e quindi riparare alle pèrdite d'acqua che va facendo, o che il condotto, come si sviluppa e cresce all'estremità superiore, possa prolungarsi anche all'estremità inferiore, e così còrrere dietro al livello dell'acqua che gli va sfuggendo, mantenèndosi sempre da esso alla medèsima distanza.

Il primo dei due detti mezzi è tanto fàcile a praticarsi che l'ho applicato io stesso al caso de' mièi esperimenti, riproducendo ben anche ad un sol tratto il fenòmeno degli idrorgoni e quello dei laghi intermittenti. Il secondo è così naturale che si può crèdere non debba mancare, ed è assài probàbile che la natura si valga nel tempo stesso di entrambi i mezzi.

262. Pel fenòmeno dei laghi intermittenti non c'è alcuna cagione che ne minacci la durata o che ne possa

turbare la regolarità. L'acqua che esce dal serbatojo sotterraneo e che, per la forza dei gàs prementi nella caverna, è sollevata fino ad entrare nel lago seguendo la via di tubi o di crepacci del suolo che tèngono le opposte estremità sommerse nelle due acque, si ritira tutt'ad un tratto dal lago e torna ad entrare nel serbatojo, tosto che alcuni dei tubi di comunicazione, per la diminuzione del livello avvenuta nell'acqua interna, rimàsero all'asciutto, e permìsero all'aria di evàdersi, fuggendo per la via che essi gli presentàrono. Dopo un tal fatto le bocche inferiori dei tubi tròvansi di nuovo sommerse nell'acqua e questa può ricominciare il suo viaggio di ascensione. E tali salite e discese dèvono alternarsi perennemente e còmpiersi sempre ad uguali intervalli, purchè sia indeficiente e costante la sorgente interna delle materie gasose.

263. Per riconòscere se, con esperienze appoggiate agli esposti principii, il fenòmeno fu veramente riprodotto, o se ne fu fatta soltanto una imitazione superficiale v'è un mezzo infallìbile e superiore ad ogni eccezione. Non esiste fenòmeno naturale che possa considerarsi come affatto isolato: essi si tèngono tutti per mano, e quelli che costantemente precèdono un dato fenòmeno, quelli che costantemente lo accompàgnano, e quelli che immancabilmente lo sèguono, pòssono a buon diritto considerarsi come parti integranti del fenòmeno stesso, e sèrvono a contrassegnarlo, a fàrcelo riconòscere, e pòssono quasi dirsi i suggelli che fanno fede della sua autenticità.

264. Facciàmoci dunque ad analizzare il fenòmeno di cui ci occùpiamo e a fissar bene i segni che sèrvono a caratterizzarlo.

L'acqua dotata di un movimento appena percettìbile scaturisce tranquilla ad inumidire il fondo del lago, poi sgorga con velocità gradatamente maggiore cosicchè in breve tempo con rumore e tumulto va diffondèndosi su tutto il fondo e crescendo d'altezza, nè mai ristà dallo sgorgare e dal crèscere finchè, raggiunto un certo livello ben determinato, cambia tutt'ad un tratto di registro e mettèndosi a gorgogliare con violenza, come se fosse diventata un lìquido effervescente, si ritira dal lago rifugiàndosi di nuovo nel suo sotterraneo nascondiglio, d'onde scorso un dato periodo di tempo torna a riapparire, ripetendo tutta la serie dei fenòmeni or ora descritti e così indefinitamente.

I dati pertanto da cui riconòscere se il fenòmeno sperimentale è idèntico al naturale sarèbbero i seguenti: moto lentìssimo dell'acqua al suo primo apparire, aumento graduale di velocità fino al raggiungimento del màssimo livello; poi gorgoglìo, effervescenza, tumulto dell'acqua e sua ràpida disparizione.

Inoltre se, a produrre tutta questa serie di fenòmeni sperimentalmente, non si adoprerà mezzo alcuno che non sia manifestamente stato posto in òpera dalla natura, non si correrà pericolo d'ingannarsi dichiarando che i due fenòmeni sono idèntici, e che la natura non ha impiegato maggior copia di mezzi di quelli che si vèdono posti in òpera negli esperimenti.

265. L' esperimento si eseguisce in un modo molto sèmplice per mezzo di una bottiglia contenente acqua, da cui svòlgesi un gas, e che non comùnica coll'esterno se non che per mezzo di un cannello che si sprofonda in essa e in alto allàrgasi in un recipiente più che capace di contenere tutta l' acqua che sta al di sopra della bocca inferiore del cannello.

Il fenòmeno succede còn tutte le particolarità che fùrono descritte: ora dimostrerò che non si adopràrono mezzi che anche la natura non abbia adoperato. E infatti per l'esperimento v' è una bottiglia, un recipiente superiore e un cannello che li congiunge: in natura il recipiente superiore è visìbile, un bacino sotterraneo e qualche via di comunicazione fra i due recipienti è impossìbile che non vi siano se vèdesi l'acqua di quando in quando passare dall' uno nell' altro. Il lìquido e la materia aerea a cui si ricorre per l' esperimento, nessuno potrà dubitare che non esistano anche nel fenòmeno naturale: di lìquido se ne vede tanto da riempire il bacino di un lago, di materia aerea ne apparisce tanta da sconvòlgere tutto il lìquido del detto lago.

Dunque per la produzione del fenòmeno sperimentale non si è ricorso a nessun mezzo del quale manifestamente non abbia fatto uso anche la natura. Perchè non vi fosse identità tra i due fenòmeni dovrebbe la natura, oltre ai pochi mezzi ch'essa impiegò in comune coll'esperimentatore, averne impiegati alcuni altri a cui l'esperimentatore non fece ricorso. Ma ciò sarebbe contrario ad una legge naturale che non si è mai vista

violata; chè invero non esiste nemmeno un esempio col quale si possa accagionar la natura d'aver fatto qualche cosa in un modo meno sèmplice di quanto fosse possìbile il farla. Se adunque il fenòmeno sperimentale presenta tutte le stesse modalità del fenòmeno naturale, e se l'uno fu prodotto con mezzi non diversi da quelli dell'altro, bisognerà bene conchiùdere alla loro identità. E si noti che trattàndosi d'un fenòmeno il quale consiste in un modo particolare di movimenti successivi, quando si ottenga l'idèntica serie di movimenti, altro non occorre perchè il fenòmeno sia riprodotto. E tanto varrebbe pel fenòmeno sperimentale adoprar l'acqua come in natura, ovvero un altro lìquido qualunque, nè si dovrebbe riguardare se la materia aerea messa in gioco fosse nei due fenòmeni di diversa qualità, mentre qui la chìmica è affatto fuor di questione. Ebbene che si direbbe di chi, vedendo prodotto l'idèntico fenòmeno con acqua come in natura e colla stessa materia aerea, non si dimostrasse per anco soddisfatto, e facesse minutìssime indàgini per riconòscere se mai le due acque non concordàssero fra loro esattamente in quanto alle materie sciolte o sospese? Crederèi di offèndere il buon senso de' mièi lettori se insistessi a mèttere in chiaro la vanità di tali sofisticherie inette e puerili. Eppure vi fùrono geòlogi eminenti che prèsero precisamente questa via per combàttere i mièi esperimenti vulcànici!

266. Quand'io produceva i vulcani con molte materie diverse e tutte manifestamente diverse da quelle impiegate dalla natura, credeva d'aver già perfettamente

risolto il problema, perchè diceva: se i vulcani si pòssono produrre con tante materie diverse è egli ammissìbile che ormài le sole con cui non si pòssano produrre sìano proprio quelle impiegate dalla natura onde produrli? E chi voglia ben considerare la cosa, vedrà che quanto diceva non era un giuoco di parole ma bensì un ragionamento stringentìssimo; però i geòlogi lo respìnsero senza nemmeno discùterlo e pronunciàrono la sentenza che a *materie diverse dèvono corrispòndere fenòmeni diversi*, la quale per quanto fosse priva d'ogni fondamento di verità, pure ebbe l'infausto potere di arrestare per circa vent'anni il movimento della geologìa sperimentale.

Per ribàttere coi fatti una così vuota òbbiezione, bisognava poter fòndere le rocce vulcàniche, al quale scopo occorrèvano mezzi ch'io non possedeva. Tosto che li ebbi mi posi all'òpera e riuscii. Credetti che producendo i vulcani colle materie stesse che uscìrono dalla bocca dei vulcani tutte le opposizioni dovèssero cadere ma ciò non fu. I geòlogi pretèndono veder l'acqua funzionare ne' mièi vulcani com'èglino erroneamente immaginàrono ch'essa funzioni nei vulcani terrestri, e in mancanza di ciò si ostìnano ad asserire, a dispetto della più palmare evidenza, che i mièi vulcani non sono veri vulcani, e protèstano di voler perseverare in questa loro opinione finchè non li fabbricherò coll'intervento dell'acqua e precisamente colla stessa proporzione di acqua come è contenuta nei vulcani terrestri. Sì fatta questione si vedrà discussa ampiamente in un appòsito

Articolo intitolato: *L'acqua nei vulcani;* qui mi accontenterò di dichiarare che se i geòlogi persisteranno a camminare su questa via daranno troppo chiaramente a divedere ch'io non devo contare nè sulla loro benevolenza, nè sulla loro giustizia.

Articolo VI.

In qual senso il lìquido terrestre consolidàndosi cambiò di volume.

La contrazione del liquido granitico nell'atto della consolidazione sperimentale non esclude la possibilità della dilatazione nell'atto della consolidazione naturale — Dimostrazione che i graniti si dilatàrono nell'atto della loro consolidazione naturale — Come si formàrono le vene granitiche.

267. La teoria plutònica è tutta appoggiata al principio che le rocce terrestri nell'atto della loro consolidazione àbbiano dovuto aumentar notabilmente di volume. Ora alcune esperienze istituite da Bischof, Deville e Delesse (*) dimòstrano che le rocce terrestri cristalline colla fusione diminuìscono di densità, d'onde parrebbe doversi trarre la conseguenza che il lìquido terrestre consolidàndosi avesse diminuito di volume in opposizione di quanto verrebbe richiesto dalla teoria del plutonismo.

La nota valentia di quegli illustri esperimentatori, non lascia luogo a dubbiezze sull'attendibilità dei risultati da loro ottenuti. Io credo che le loro esperienze

(*) Giovanni Omboni. *Geologia*, pàg. 599.

sìano state eseguite con tutti quèi più minuti riguardi, che la scienza prescrive, e che il confronto tra i pesi specifici della materia sòlida e liquida sìasi ottenuto debitamente e colla più scrupolosa precisione. E però sebbene io continui a crèdere che il liquido terrestre, consolidàndosi, abbia aumentato di volume, come lo pròvano in un modo irrecusàbile le grandiose esperienze uscite dal crogiuolo della natura, non mi rifiuto ad ammèttere che le rocce terrestri nel laboratorio dei lodati esperimentatori àbbiano aumentato di volume, fondèndosi. E a dimostrare come questi due fatti, che sèmbrano in aperta contraddizione, pòssano invece assài bene fra loro accordarsi, ricorderò che, trattàndosi di materie plutòniche, nulla è più facile e comune, quando esse càmbiano stato di fisica costituzione, che il veder sostituirsi ad una ragguardèvole dilatazione una contrazione egualmente ragguardèvole. Nei varii lavori, ch'io pubblicài sul plutonismo, accennài più d'una volta a questo singolare fenòmeno; ed anzi nella lettera 14.ª del *Plutonismo difeso*, a *pàg.* 164 e seguenti, mostrài come la soluzione dell'enigma si debba ricercare nel plutonismo negativo. A questo propòsito ricorderò ancora, ch'ebbi l'onore di mostrare a Milano davanti ad una numerosa Commissione di scienziati che la stessa materia fusa, secondo la temperatura a cui si espone, può nel consolidarsi ora subire dilatazione ed ora contrazione; e l'esperienza che praticài a questo scopo tròvasi descritta con tutte le sue particolarità nel Rapporto della detta Commissione a pàgina 17.

Intanto bisogna por mente che se il granito, quando originariamente si consolidò alla superficie della terra, aumentò di volume, non lo fece per una proprietà insita in esso, come è il caso dell'acqua, ma soltanto per virtù del plutonismo a cui allora era in preda. Quando per es. si ha a che fare con zolfo plutònico, si può vederlo, allorchè si consòlida, aumentare d'un sesto od anche di un quinto il proprio volume, ma quando invece si esperimenta con zolfo non plutònico, lo si vede palesemente diminuir di volume nell'atto della consolidazione. E accade assài spesso che quel medèsimo zolfo il quale, fuso una prima volta, pel suo plutonismo aumentò di volume consolidàndosi, fuso una seconda volta, subisca per contrario una notàbile contrazione. Se tale fu il caso dei graniti assoggettati alle esperienze, intèndesi che queste non recherèbbero alcun danno alla teorìa plutònica per la quale occorre soltanto di ammèttere che i graniti quando compàrvero fusi alla superficie della terra, èrano plutònici, e dovèvano per conseguenza aumentar di volume consolidàndosi, essendo indifferente se il lìquido ottenuto con una fusione artificiale posteriore conservi tuttavìa le stesse qualità plutòniche ovvero le abbia perdute. Pertanto ciò che importa di mèttere in chiaro per salvare il principio della mia teorìa non è già se il granito che ora si assoggetta alla fusione sia meno denso o più denso del lìquido a cui dà orìgine, ma invece se il lìquido terrestre che diede orìgine alle montagne granìtiche abbia, allorchè si consolidò, aumentato di volume ovvero diminuito. Ed è chiaro che

tal questione non può essere risolta per mezzo delle citate esperienze. Certo che a me basterebbe l' ànimo di risòlverla con esperienze decisive, e già ne aveva fatto la proposta fino dal 1852 alla benemèrita Società d'Incoraggiamento di Milano, la quale l'accolse con premura, e tentò procurarmi i mezzi che occorrèvano a fòndere una sufficiente quantità di granito; ma, non riuscita nell' intento, il progetto si dovette abbandonare. Quando potessi fòndere il granito sarebbe mia cura di plutonizzare il lìquido per modo che col consolidarsi dovesse produrre in piccolo vere montagne granitiche e riprèndere la stessa struttura cristallina che possedeva prima della fusione.

Finchè queste esperienze non pòssano èssere praticate, a risòlvere la questione di cui ci occupiamo non resta altro migliore espediente che di studiare il granito terrestre medèsimo sul quale la natura ha praticato le sue esperienze grandiose. È egli credibile che in esso non vi sia più traccia alcuna di ciò che avvenne quando le dette esperienze si compìvano, e che dai varj fenòmeni ch'esso ci offre non sia più possìbile il riconòscere se quando si consolidò abbia subito una contrazione ovvero una dilatazione?

La natura risponde sempre abbastanza chiaro a chi sappia debitamente interrogarla, proviàmoci a farlo.

268. I corpi che noi otteniamo dalla consolidazione dei lìquidi, se per tale atto subìrono qualche contrazione, ne presèntano segni palesi alla superficie lìbera superiore. Così per es. lo zolfo in canna, quale si trova

in commercio, ha in tutti i suòi pezzi la superficie convessa affatto liscia ed una delle basi affatto piana, ma l'altra base, quella ch'era rivolta verso l'alto, è solcata da cavità più o meno profonde generate dalla càusa accennata; ed una qualche depressione di questa superficie non manca mai in quèi corpi che subìrono la contrazione, e serve ad attestarci che dovèttero passare attraverso alle fasi di questo fenòmeno. Forse anche il granito sperimentato a Parigi avrà presentato qualcuno di questi segni; ma quand'è che qualche cosa di sìmile ci si presenta alla superficie lìbera dei graniti terrestri consolidàtisi naturalmente? Nè si dica che tal superficie non è più riconoscìbile per gl'immensi guasti cagionati ad essa dalle intemperie; mentre in questo caso le cavità dovrèbbero rappresentare grandi bacini di laghi che non pòssono con tanta disinvoltura crèdersi consumati.

È bensì vero che in alcune località, come nel Vogese (*), alla superficie dei graniti e dei pòrfidi vèdonsi scavati numerosi pìccoli laghi: ma se questo fatto volesse usufruttarsi dai fautori della contrazione del lìquido granìtico, essi dovrèbbero concèdere che il fatto dei graniti dai quali si vèdono spòrgere grandi catene di montagne rende buona testimonianza dell' avvenuta espansione. E si noti che il primo fatto appare di rado e in pìccola scala cosicchè a paragone del secondo non si potrebbe tenere in conto che di un insignificante eccezione, la quale varrebbe soltanto a dimostrare che in

(*) BEUDANT. *Géologie*, § *III*.

qualche rara circostanza il liquido granìtico ha potuto presentare anche i fenòmeni del plutonismo negativo.

Ma lasciando a parte la configurazione della superficie è noto che il granito si presenta in qualche luogo perfettamente massiccio sopra enormi estensioni, privo affatto di cavernosità e di fenditure. Ora se durante la consolidazione di quel granito avesse potuto aver luogo una qualsivoglia sensìbile contrazione sarebbe credìbile che nell'interno d'una sì gran massa la quale non poteva tutta consolidarsi simultaneamente, non ne fosse restato il mìnimo vestigio? Aggiungerò finalmente che se nell' interno delle masse granìtiche màncano i segni della contrazione, abbòndano invece quelli che attèstano l' antico plutonismo e l' avvenuta dilatazione.

269. A spiegar la formazione delle vene che appariscono così frequenti entro le rocce d' origine ignea bisogna necessariamente partire dalle considerazioni seguenti. Le rocce, specialmente quando sono costituite da mescolanze di materiali diversi, non pòssono consolidarsi per intero in un sol tratto. È naturale che le materie più refrattarie si consòlidino per le prime e che le altre rimàngano lìquide un tempo maggiore. Perciò tali corpi prima di apparire completamente solidificati, pàssano attraverso ad uno stato intermedio nel quale si può dire che in ogni punto della massa si tròvano a contatto od intrecciate fra loro la materia già solidificata e quella in istato di liquidità, per cui il corpo stesso deve presentare l' aspetto d' una spugna rovente imbevuta dovunque di materia ancora fusa. Ora nella trama sòlida

della spugna è naturale che pel raffreddamento dèbbano formarsi numerose screpolature, ed è chiaro che queste, se la materia ancor lìquida, annidata entro le celle della spugna, non subisse alcuna espansione e tanto più se si restringesse, dovrèbbero rimaner vuote, mentre pel contrario se quel liquido nel consolidarsi si espande, gemerà da tutti i pori delle pareti delle screpolature e si verserà in queste a riempirle con una forza irresistìbile. Pertanto il fatto che tutte le vene granìtiche appariscono così ripiene di materia che più non si può scoprire tra le pareti della screpolatura alcuna soluzione di continuità, e queste sono così perfettamente saldate fra loro che dove esiste la vena non è per nulla diminuita la tenacità del granito, ci toglie ogni dubbio sulla questione di cui si tratta e la risolve in un modo affatto decisivo a favore dell' espansione del granito terrestre nell' atto che dallo stato liquido passò a quello di solidità.

Dopo di ciò è permesso di affermare colla più grande asssevcranza che le esperienze di Bischof, Deville e Delesse, importantìssime sotto l'aspetto mineralògico, non sono per nulla valèvoli ad infirmare il principio della espansione delle rocce terrestri nell'atto della loro consolidazione, principio che è il fondamento della teorìa geològica plutònica.

Articolo VII.

L'acqua nei vulcani.

Diversità di opinioni circa l'importanza dell'acqua per la produzione dei fenòmeni vulcànici — L'intervento dell'acqua non è necessario — Identità dei vulcani sperimentali coi vulcani naturali — Apparenze favorèvoli all'opinione dell'intervento necessario dell'acqua — L'acqua nell'interno dei vulcani òpera in due diversi modi, come vien provato dagli esperimenti e come fu già da me in altra occasione pubblicato.

270. La questione ch'ora prendo a discùtere pareva ai geòlogi che contenesse una difficoltà valèvole a spogliare i mièi esperimenti d'ogni importanza geològica. Questa difficoltà è basata sulla circostanza ch'essi giùdicano indispensàbile l'intervento dell'acqua per la produzione dei fenòmeni vulcànici, ed assistendo ai mièi esperimenti vìdero fenòmeni che somigliàvano affatto ai vulcànici senza che mai per attivarli io ricorressi al ministero dell'acqua.

L'opinione generalmente professata dai geòlogi relativamente all'ufficio esercitato dall'acqua nella produzione dei fenòmeni vulcànici non è conforme a quella ch'io dovetti formarmi in conseguenza dei lumi che mi vènnero offerti da' mièi esperimenti. Ma come mi sarà possìbile di riportar quì la vera opinione dei geòlogi, s'essi a me verbalmente non la comunicàrono e se nei loro libri si tròvano così grandi discordanze che, a prènder norma da quelli, bisognerebbe conchiùdere che le profèssano tutte? Fortunatamente che a trarmi

dall'imbarazzo viene opportuno uno scritto che, a propòsito dei mièi esperimenti, pubblicò sulla *Perseveranza* del giorno 14 Agosto 1868, il geòlogo Giovanni Omboni. Essendo questo egregio naturalista conosciuto e stimato per la molta dottrina e la modesta riserbatezza de' suòi giudizj, è a crèdersi ch' ei non si sarebbe avventurato di parlare in nome della generalità de' suòi colleghi quando non fosse stato ben sicuro di poterlo fare. Valèndomi pertanto di ciò che dice l'Omboni mi trovo in caso di mèttere di fronte alla mia opinione quella generalmente professata dai geòlogi e porre così i mièi lettori alla portata di giudicare da qual parte stia la ragione e la verità.

271. Io asserisco che tutta quanta la serie dei fenòmeni vulcànici può perfettamente prodursi senz' alcun bisogno dell' intervento dell' acqua, ma riconosco che nella produzione dei fenòmeni vulcànici terrestri l'acqua interviene e prende una parte considèrevole, sebbene non necessaria. Ora colle parole stesse dell'Omboni farò conòscere qual'è l'opinione dei geòlogi.

» Il *vapore àcqueo* fu trovato in tutti i vulcani ter-
» restri uscire in gran copia, tanto dai crateri, quanto
» dalle lave stesse, durante il loro raffreddamento;
» dunque pare che debba èssere considerato come un
» elemento essenziale dei fenòmeni vulcànici. E quindi
» i geòlogi sono ora generalmente d' accordo nel crè-
» dere che l'acqua marina (e fors'anche quella piovana)
» scenda, per le fessure della crosta terrestre, e attra-
» verso tutte le rocce, più o meno porose, fin là, dove

» sono le lave in istato di fusione; che là pènetri in
» gran parte nelle lave stesse, e il resto si trasformi
» in vapore; che quest'ùltimo produca una forte pres-
» sione sulle lave e sulle pareti inferiori della crosta
» terrestre; che da questa pressione le lave siano spinte
» fuori, per le aperture vulcàniche; e che àbbiano in-
» vece orìgine dei terremoti, quando i vapori non pòs-
» sono trovare uno sfogo per quelle aperture ».

272. Io sostengo che se i mari, i fiumi, i laghi e tutte le sorgenti terrestri avèssero ad essiccarsi, e che mai non piovesse sulla superficie della terra, e che infine non potesse più nemmeno una gòcciola d'acqua giùngere al contatto delle lave fuse; tutti i fenòmeni vulcànici e i terremoti percorrerèbbero ugualmente il loro corso fatale; e ciò deve avvenire perchè le forze che li promòvono sono da tempo immemoràbile già tutte rinchiuse nell'interno del lìquido terrestre, e stanno là dentro preparate a svòlgersi e ad operare i loro effetti in conseguenza dell'atto di consolidazione e del successivo raffreddamento. Io trovo che quest'attèndere l'arrivo dell'acqua perchè si dèstino i fenòmeni vulcànici e si prodùcano i terremoti non è a considerarsi che come una complicazione inùtile e un artificio grossolano destinato ad illùdere sè stessi e gli altri con una apparenza di spiegazione che non spiega nulla. Questa acqua che si fa sempre comparire al tempo voluto per provocare la catàstrofe somiglia al *Deus ex màchina* dei poeti che un tempo faceva la delizia dei lettori, e che ora, stante la maggior cultura delle menti, è relegato

fra gli attrezzi disusati. Noi al presente ci sentiamo umiliati quando leggiamo che un tempo si è potuto crèdere sul serio che gl' incendj vulcànici fòssero prodotti dalla combustione di migliaja di carri di fieno che gli àngeli o i demonj scaricàvano di nottetempo nel cratere per alimentare la sottoposta fornace. Ora si crede di aver fatto un gran progresso sostituendo l' acqua al fieno; ma la più grande assurdità di quel vecchio concepimento era che il vulcano dovesse ad ogni volta aspettar dall'esterno lo stìmolo che lo mettesse in azione e sotto questo riguardo colla sostituzione dell'acqua al fieno non si è fatto davvero alcun miglioramento. Anzi se interroghiamo la chìmica, come tanto volontieri fanno i nostri vulcanisti, corriamo pericolo d' avere una risposta che sia più favorèvole all'ipòtesi del fieno che a quella dell'acqua, imperocchè nei fumi che esàlano dai vulcani si incòntrano frequenti le arie carbonate, e il carbonio che può benissimo provenire dal fieno non si saprebbe in qual modo farlo provenire dall' acqua, a meno che non si ritenesse che l' acqua del mare fosse penetrata nei bacini vulcànici in compagnìa de' suòi pesci e de' suòi molluschi, il che per altro costringèndoci ad ammèttere nel fondo di quèi bacini amplissime aperture, ci condurrebbe a meditar senza fine sulla stranezza di questo lìquido enigmàtico che per uscire da un recipiente forato fra le molte aperture sceglie proprio quella che è collocata più all'alto!

Ma al di sopra di queste considerazioni esiste un gran fatto che dovrebbe persuadere tutti i geòlogi che

i vulcani per mèttersi in azione non hanno alcun bisogno di aspettare d'èssere inaffiati dall'acqua, e questo gran fatto consiste ne' mièi esperimenti. Allorchè io faccio nàscere un vulcano che passa attraverso a tutte le fasi dei vulcani terrestri e produce tutta la serie dei fenòmeni da cui questi sono caratterizzati, e che, dopo ogni riposo, si ridesta spontaneamente senza bisogno dell'acqua o di altra materia che valga a rimontare il suo meccanismo, come si fa a non persuadersi sùbito che anche i vulcani terrestri dèvono ridestarsi spontaneamente senza bisogno di alcun ajuto esteriore?

273. Sostenere che i mièi vulcani non sono vulcani sarebbe fiato perduto; però i geòlogi affèrmano che i mièi vulcani non sono della stessa ìndole dei vulcani naturali, perchè questi, essi dìcono, sono un prodotto del vapore àcqueo e quelli lavòrano senz'acqua. Coloro che ciò asseriscono non hanno forse considerato che a questo modo mi rèndono testimonianza di un onore troppo grande, e ch' io son ben lontano dal meritare.

I mièi vulcani, quanto a grandiosità, a durata ed a potenza, non rifiùtano di misurarsi con quèi della terra. Se i mezzi impiegati dagli antichi Faraoni ad edificar le piràmidi fòssero stati rivolti a suscitare uno dei mièi vulcani, lo si vedrebbe àrdere ancora e forse il Vesuvio e l' Etna si spegnerèbbero prima di lui. Ebbene questo vulcano fatto nàscere là, in un bacino scavato nel deserto, in un paese arso dove non piove mai, e dove mai non arriva nè l' acqua del mare, nè quella dei fiumi, nè quella delle sorgenti, questo vulcano si

comporterebbe esattamente come tutti gli altri vulcani, e dopo aver lungamente riposato, si riporrebbe da sè medèsimo in movimento, senz'altro ajuto che la forza depositata nel suo lìquido all'època antica della sua prima formazione. Èccovi adunque sulla superficie della terra due specie di vulcani, che sebbene fàcciano lo stesso lavoro, si dèvono considerare come affàtto diversi, perchè gli uni, figli della natura, cammìnano avanti stentatamente ed alla cieca, attendendo che di quando in quando un càlcio benèfico infonda in essi novello vigore, e l'altro, figlio dell'arte, montato come un orològio, cammina avanti sicuro, sapendo saviamente economizzare le proprie forze, per trovarle in sè stesso accumulate e vigorose allorchè giunge l'istante di doverle impiegare.

Ora fra i due meccanismi vulcànici non è di tutta evidenza che il secondo è assài più sèmplice e più perfetto del primo?

Sarebbe questo un caso singolarìssimo. L'uomo compone congegni assài complicati che la natura non sarà mai nella possibilità di produrre, come per es. un orologio; ma in fatto di semplicità l'uomo non si è mai trovato nel caso di dar lezioni alla natura. I geòlogi mi fanno troppo onore attribuèndomi il mèrito di èssere stato il primo a dare al mondo un sìmile esempio. Io non aspiro a tanto: io mi accontento d'aver saputo strappare un segreto alla natura, d'aver saputo camminare sulle sue orme; io non ho la stolta presunzione d'aver qualche cosa ad insegnarle, d'aver trovato una

maniera di far nàscere i vulcani ignota ad essa, più sèmplice e più perfetta di quella di cui essa fa uso. Io dichiaro che il mio processo è idèntico a quello della natura, e che quanto san fare i mièi vulcani, i quali cammìnano avanti da sè stessi senza bisogno di alcun ajuto esteriore, lo sanno pur fare i vulcani della natura i quali percorrerèbbero ugualmente tutte le fasi della loro vita, anche se mai nessuna gòcciola d'acqua penetrasse nei loro bacini.

274. Del resto prima di conòscere i mièi esperimenti era assài difficile il sottrarsi all'illusione che l'acqua fosse necessaria per la produzione dei fenòmeni vulcànici. V'èrano tre motivi che cospiràvano a condurci in questo errore. Dapprima, per la immensità delle forze che sono in azione allorchè si prodùcono le conflagrazioni vulcàniche, eravamo tratti quasi irresistibilmente ad ammèttere che queste forze dovèssero di volta in volta generarsi nell'interno del bacino per qualche particolare fenòmeno che in esso accadesse: poi si ricorreva col pensiero al fatto che le più gagliarde forze che noi sappiamo produrre sono quelle che si dèstano per mezzo dell'acqua recata ad altìssima temperatura; e infine si considerava che nell'interno dei bacini vulcànici l'altìssima temperatura non manca, e che quindi, purchè vi potesse pervenire l'acqua, di cui, sulla superficie della terra v'è così grande abbondanza, la forza necessaria alla produzione dei fenòmeni vulcànici dovrebbe di necessità generarsi. Quanto alla difficoltà della penetrazione dell'acqua nell'interno dei bacini vulcànici,

che dovrèbbero èssere recipienti senz'altra apertura che quella dalla quale si sfògano le eruzioni, certo non era tale da arrestare i geòlogi nel loro cammino. E infatti oltre che alcune esperienze fècero vedere come attraverso a' corpi porosi incandescenti l'acqua pènetra in copia con grandìssima facilità, si aveva poi per trionfale risposta alle obbiezioni tratte dall'accennata difficoltà che, anche se non si potesse sapere per qual modo l'acqua pènetra nell'interno di quèi bacini, il fatto dell' immensa copia di acqua e di vapore àcqueo che si vede uscire dai vulcani toglie ogni dubbio che una tale penetrazione abbia potuto aver luogo. Si aggiungeva che la maggior parte dei vulcani attivi sono nelle vicinanze del mare, e si riteneva che i vulcani risiedenti nell' interno delle terre avèssero appunto dovuto spègnersi perchè non potèvano più ritrarre dall'acqua del mare l' alimento di cui avèvano bisogno per mèttersi in azione. E di tutto questo romanzo così bene archi-tettato ed appoggiato a tante apparenze sarebbe stato impossìbile il dimostrar la vanità senza il potente mezzo di anàlisi che ci vien prestato da mièi esperimenti.

275. Sono pochi i trattati di geologìa dove non vi sia qualche artìcolo interamente consacrato a mèttere in chiaro la indispensabilità dell' acqua per la produzione dei fenòmeni vulcànici, e non si tiene corso alcuno di questa scienza nel quale non siano dedicate allo stesso argomento alcune brillanti lezioni; dunque era da aspettarsi che i geòlogi non fòssero troppo proclivi a festeggiare un ritrovato che scomponeva il frutto

delle loro faticate lucubrazioni. Io però contando soverchiamente sul prestigio ch'esèrcita la verità m'immaginava che i geòlogi si sarèbbero inchinati per lasciarla passare. Invece col loro atteggiamento ostile accènnano di voler resìstere. Ma poichè coi dispettosi silenzj la scienza non si avvantaggia, io li invito formalmente a parlare, e li sollècito a voler dischiùdere tutto intero il misterioso forziere delle loro obbiezioni. Infrattanto riconoscendo quanto sia speciosa quella che si trae dal fatto che l'acqua è presente in tutti i fenòmeni dei vulcani terrestri e par che manchi nei fenòmeni de' mièi vulcani, a quanto ho già detto per ribàtterla voglio aggiùngere anche le considerazioni seguenti.

276. L'acqua nell'interno dei vulcani terrestri si trova presente in due modi affatto diversi. Vi è l'acqua che per qualche via sotterranea arriva a penetrare nei bacini vulcànici e, venuta a còntatto dalla materia fusa, si converte in vapori che premendo sopra di questa la smuòvono e la spìngono a salire nel camino vulcànico e ad uscire dal cratere. Questa è l'acqua presa generalmente in contemplazione dai geòlogi e ch'essi rèputano indispensàbile affinchè le conflagrazioni àbbiano luogo. Questa è l'acqua di cui io nego la necessità, e che giùdico atta soltanto a sconvòlgere il regolare andamento dei fenòmeni vulcànici, e a produrre quelle anormalità e quèi disòrdini che ho passato in rassegna nel *Capo* precedente.

V'è poi rinchiusa nell'interno delle lave fuse un'altra grandìssima copia d'acqua, a cui bisogna attribuire una

provenienza che non mai fu sospettata da alcun geòlogo, acqua la quale si può considerare come un elemento costitutivo del liquido vulcànico, e che è una delle varie sostanze che conferiscono a questo lìquido la proprietà d'èssere plutònico.

Durante il periodo tellùrico precedente, quando la sìlice e i silicati facèvano ancora parte dell'atmosfera terrestre, essi, prima di piòvere allo stato di liquidità sulla superficie della terra, dovèvano appropriarsi dagli altri elementi che allora costituìvano l'inviluppo atmosférico tutto ciò che poteva in essi rimanere mescolato o aderente o disciolto. Se consideriamo che in quell'època tutta l'acqua dei nostri ocèani trovàvasi evaporata in seno dell'atmosfera, intendiamo facilmente che i silicati dovèvano, piovendo sulla terra, trarne con sè tutta quella quantità ch'essi èrano atti a contenere. Nè quì mi si opponga che l'acqua, se anche fosse stata momentaneamente trascinata al basso dalle piogge silicee, non avrebbe potuto fare alcuna permanenza entro un liquido incandescente, ma se ne sarebbe in brevìssimo tempo, per l'effetto dell'altìssima temperatura, interamente separata. Questo sarebbe sembrato naturalìssimo anche a me, ma i fatti, gl'inesoràbili fatti, mi provàrono il contrario.

277. È noto che le materie emesse dai vulcani per la maggior parte attràggono l'umidità, molte sono igromètriche ed alcune persino deliquescenti; ebbene quella che io fondo pe' mièi esperimenti, portata alla temperatura di mille gradi tròvasi tuttavìa in possesso di

molt'acqua e la ritiene tenacemente per tutto quel tempo ch' essa rimane lìquida, come si può verificare esaminando i fumi che esàlano dal vulcano, i quali, a somiglianza di quelli che esàlano dai vulcani terrestri, contèngono il vapore àcqueo in grande quantità.

L'acqua che si trova rinchiusa nelle parti più riposte del granito, deve èssere un resto di quella che in orìgine faceva parte del lìquido terrestre e che non si è interamente separata dallo stesso nè pel lungo tempo in cui questo rimase in istato di liquidità ad altìssima temperatura, nè per càusa della consolidazione, nè per càusa del posteriore raffreddamento. Aggiungerò che quando la mia materia vulcànica incandescente è ridotta allo stato di fusione, se nell'interno del crogiuolo si fa arrivare coi dèbiti riguardi un filo di acqua, non succede alcuna esplosione, ma vèdesi l'acqua in forma sferoidale galleggiar quietamente sulla superficie del lìquido incandescente, e vèdesi nel tempo stesso, che mentre, in conseguenza dello stato sferoidale, dà pochìssimi vapori, pure, ad onta dello stato sferoidale, in brevìssimo tempo si consuma e dispare. E ciò accade perchè viene avidamente assorbita dal liquido incandescente, il quale coll' appropriàrsela si gonfia ed aumenta il proprio plutonismo. In conclusione non è vero che ne' mièi ordinarj esperimenti vulcànici l'acqua non entri, chè anzi vi suol esercitare una parte assài importante, ma è vero ch' io posso far nàscere vulcani senza che in essi entri la più piccola traccia di acqua, d'onde credo sia abbastanza giustificato il principio da

mè stabilito che l'acqua non è necessaria per la produzione dei fenòmeni vulcànici. L'acqua nei vulcani terrestri entra in due modi, ma in quel modo che fu riconosciuto e proclamato dai geòlogi non vi entra che affatto accidentalmente e invece di promuòvere i fenòmeni vulcànici com'essi crèdono, non fa che guastarli, avviluppàndoli di complicazioni anormali e altèrandone l'ordinario andamento; nell'altro modo ch'era affatto ignoto ai geòlogi vi prende una parte affatto normale ed assài importante sebbene anch'essa non necessaria.

Pertanto vèdesi che, anche per rispetto all'acqua, tra i mièi vulcani ed i vulcani terrestri, invece dell'opposizione immaginata dai geòlogi, v'è la più perfetta concordanza. Dunque dove essi accènnano di trovar materia per combàttermi, io trovo invece un nuovo potente argomento a mio favore: l'acqua che pareva dovesse farmi naufragare, credo che mi ajuterà a guidarmi verso il porto agognato.

278. Siccome il geòlogo Omboni nell'artìcolo citato esprime due volte l'opinione ch'io avrèi dovuto modificare le mie idèe ed accostarmi alla dottrina professata dai geòlogi circa la necessità dell'acqua per la produzione dei fenòmeni vulcànici, m'interessa di mèttere in chiaro come tutto ciò che dissi superiormente a favore dell'importanza del vapore àcqueo non ìmplichi per nulla una modificazione qualunque avvenuta su questo argomento nelle mie idèe, imperocchè queste da me fùrono già fatte conòscere in un opuscoletto intitolato: *Gli esperimenti vulcànici*, che ho pubblicato à

Milano prima di dar cominciamento agli esperimenti che colà praticài, opuscoletto non ignoto all' Omboni, il quale nel suo artìcolo ne fa varie citazioni. Ebbene ecco a propòsito dell'acqua che cosa si può lèggere nel detto opùscolo a pàg. 17.

» Che l' acqua manifesti la sua presenza in tutte
» le conflagrazioni vulcàniche è un fatto innegàbile ed
» anche naturalissimo. Oltre all'immensa copia d'acqua
» che vi è nei mari, nei laghi, nei fiumi e in seno al-
» l'atmosfera, non v' è àngolo della superficie terrestre
» ove acqua non si trovi; la crosta della terra è inzup-
» pata di acqua; l'acqua è presente da per tutto: sarebbe
» invero un fatto assài straordinario e di difficile spie-
» gazione che l'acqua non esistesse in quelle sole località
» della terra dove si còmpiono i lavori di vulcanismo;
» ma dall'èssere l'acqua presente all'èssere il suo inter-
» vento necessario ci corre una gran differenza. Ed io
» non saprèi in qual modo si potesse meglio studiare
» qual'è la parte che spetta all'acqua nella produzione
» dei fenòmeni vulcànici se non che cercando d'isolare
» le diverse càuse che si ritèngono efficaci nel promuò-
» vere il vulcanismo, e così valutare la parte che spetta
» a ciascuna di esse. Questo è lo studio ch'io feci, e
» devo dichiarare che, mettendo in azione il vapore
» àcqueo solo, non giunsi ad ottenere mai nulla che
» avesse l'apparenza di un fenòmeno vulcànico, men-
» tre, mettendo in azione gli altri gas che esàlano
» dalle materie vulcàniche, potèi riprodurre il processo
» vulcànico in tutta la sua integrità. Ciò per lo meno

» significa che il vapore àcqueo non è indispensàbile,
» e che i vulcani della luna, per esempio, pòssono be-
» nìssimo aver percorso le stesse fasi di quèi della terra,
» ancorchè l'acqua non vi fosse in alcun modo inter-
» venuta. Mi affretto per altro a soggiùngere che l'aver
» trovato inetto il vapore àcqueo solo, e l'averlo dimo-
» strato non necessario alla produzione dei fenòmeni
» vulcànici, non esclude la possibilità ch'esso figuri come
» un promotore di questi fenòmeni in compagnìa di
» altri gas; ed anzi inclino a crèdere che questo sia il
» caso pressochè generale nei vulcani terrestri, e ritengo
» per giunta che anche ne' mièi pìccoli vulcani, il fumo
» che esala dai crateri contenga l'acqua in quantità non
» insignificante ».

» Ciò vale per l'acqua che da tempo immemorà-
» bile è in combinazione colle lave fuse e che in esse
» è disciolta, e potrebbe fors'anche valere per quella
» che vi entrasse lentamente per via d'imbibizione al
» modo che fu messo in chiaro negli importanti espe-
» rimenti praticati dal Daubrée, purchè ad esse si com-
» binasse strettamente e vi si disciogliesse; ma certo non
» vale per l'acqua sopravveniente di quando in quando
» dall'esterno a mescolarsi in massa colle lave fuse;
» perchè mentre l'acqua considerata dapprima, conver-
» tita in vapore, può esercitare una parte attiva nella
» produzione dei fenòmeni vulcànici a somiglianza d'uno
» qualunque degli altri gas, l'acqua invece considerata
» da ùltimo, e pel subitaneo raffreddamento che pro-
» duce nelle lave e per la sua violenta espansione, più

» che una forza promotrice dei fenòmeni vulcànici è a
» riguardarsi come una forza perturbatrice; voglio dire
» che il processo vulcànico si svolgerebbe completo
» e sotto le sue forme normali se quest'acqua non in-
» tervenisse, mentre per tale intervento gli ordinarj
» fenòmeni vulcànici sono più o meno alterati e cèdono
» qualche volta il luogo a fenòmeni strani e affatto
» anormali. E per citare un solo esempio io dirò che
» non è naturale che un vulcano chiuda costantemente
» il suo cratere dopo ogni conflagrazione, come fa il
» vulcano di Santorino, ed io credo che questa ano-
» malìa si debba interamente attribuire alla presenza
» dell'acqua ».

Questo che allora pubblicài include manifestamente tutto ciò che ora ho sviluppato un po' più distesamente, e ciò dimostra che le idèe ch'ora manifestài io le aveva fin d'allora, ed anzi fin d'allora le aveva per tal modo toccate che non era difficile il comprènderle a chi lo avesse voluto.

Articolo VIII.

Cèneri e fumarole.

Oscurità circa l'origine delle cèneri — Importanza della loro produzione sperimentale — Località dove si fòrmano — Ragione della loro formazione — Formazione delle altre materie vulcàniche frammentarie — Spiegazione della diuturnità del fenòmeno delle fumarole e delle modificazioni a cui vanno soggette.

279. D'onde provèngano, e come si fòrmino le cèneri e le materie disgregate che in copia così strabocchèvole èscono dalle montagne vulcàniche, nessuno fino al presente ha saputo mèttere in chiaro. Le ipòtesi che su tale argomento fino ad ora si prodùssero trovàvano poca fede anche in quelli stessi che le avèvano immaginate. In somma quì si presentava da risòlvere un problema arruffato ed oscurìssimo. Negli innumerèvoli esperimenti vulcànici ch'io aveva praticato con plutonj artificiali non m'era ancora accaduto di veder formarsi materie disgregate in quantità sufficiente da ritrarne qualche lume per rischiarare il problema, nè mi era accorto dell' importanza grande che sotto quèsto riguardo avèvano le poche tracce appàrsemi qualche volta nel centro del nucleo e di cui feci un cenno a *pàgina* 104. Tra tutti i modi immaginati per rèndersi ragione di cotali formazioni il più razionale mi parve quello che esposi a *pàg.* 101, § 133, il quale per altro, se prestàvasi a spiegare la formazione delle cèneri, dei fanghi e dei pulvìscoli tenuissimi, non valeva a pòrgerci

alcuna luce sovra la formazione dei lapilli, e tanto meno poi sovra quella degli ammassi di cristalli l'un dall'altro slegati.

280. Inoltre il non veder mai prodursi ne' mièi piccoli vulcani un fenòmeno che nei vulcani terrestri è uno de' più comuni e caratteristici impediva che la presunzione d'aver fedelmente riprodotto il processo naturale della formazione de' vulcani si convertisse nel mio ànimo in assoluta certezza. Finchè non avessi ottenuto anche ne' mièi piccoli vulcani la formazione della cènere come succede ne' vulcani terrestri, mi rimaneva sempre un qualche dubbio che essi non avèssero con questi una perfetta identità. Perciò molto m'industriài onde ottenere questa pioggia di cènere che sarebbe stata pe' mièi vulcani la prova più decisiva della loro identità con quéi della terra; ma per quanto torturassi l'ingegno, devo confessare di aver mancato l'intento, e di non avere dai mièi studj ritratto cognizione alcuna che mi confortasse a perseverare, offrèndomi qualche speranza di successo almeno per l'avvenire. Dalle infinite prove che tentài non raccolsi alcun frutto, nè vi sarebbe il prezzo dell'òpera ch'io quì mi trattenessi a tèssere la storia dei numerosi tentativi falliti. Dirò invece che quando potèi, col plutonio tratto dalle materie uscite dai vulcani, eseguire esperienze sopra una scala abbastanza grandiosa, vidi, con esultanza e con sorpresa, la cènere formarsi da sè, quantunque non avessi usato di alcuno di quèi mezzi coi quali aveva anteriormente senza alcun frutto sperato di forzarne la produzione.

281. Nell'esperimento di cui ho dato la descrizione all'*Artìcolo III* di questo *Capo*, feci notare a *pàg.* 193, § 238, come si fosse formata una quantità considerèvole di cènere avente all'incirca $\frac{1}{600}$ del peso di tutta la materia adoperata. E questa cènere era comparsa in una località del masso vulcànico, dove per certo nessun geòlogo avrebbe potuto immaginare che avesse dovuto formarsi.

282. La cènere si forma nelle parti più riposte del masso vulcànico, e la località dove maggiormente abbonda è proprio il centro del nucleo. Ciò stabilito fu possìbile il riconòscerne con precisione la natura e la provenienza. Da principio parèvami strano che avendo versato nel recipiente un lìquido omogeneo, questo consolidàndosi non dovesse dare orìgine ad un corpo omogeneo in ogni sua parte. Intendeva le differenze di struttura presentate dalla corteccia, dalla montagna e dal nucleo, perchè la corteccia raffreddàvasi rapidamente e il nucleo invece lentàmente, e la materia della montagna consolidàvasi mentre era in movimento a differenza della materia delle altri parti che si consolidava essendo in quiete; ma come poi lo stesso lìquido si consolidasse da per tutto nel nucleo in pietra durissima, fuorchè proprio nel bel mezzo dello stesso, dove dava orìgine ad una materia polverulenta, fui lunghìssimo tempo senza potere intèndere; e per spiegare un tal fenòmeno ricorsi a varie ipòtesi che non finivano di soddisfarmi e che poi era costretto ad abbandonare. E infatti non pareva cosa fàcile l'assegnare il vero

motivo pel quale un dato lìquido consolidàndosi formava pietra di sopra, pietra di sotto, pietra da ogni lato e nel bel mezzo di queste pietre una pòlvere sottilìssima affatto disgregata e incoerente. Ma ripetèndosi costantemente sotto i mièi occhi lo stesso fenòmeno nel medèsimo modo, ho finito dapprima a sospettarne la vera cagione e infine a persuadermi d'averla proprio trovata. Ed ecco qual'è la spiegazione sulla quale definitivamente mi fermài, perchè mi parve sotto ogni aspetto soddisfacente. Se la materia destinata a formare il masso vulcànico dovesse consolidarsi e poi raffreddarsi senza che nelle sue diverse parti si destasse alcun sensìbile movimento avverrebbe certo che l'ùltima a raffreddarsi e quindi anche l'ùltima a consolidarsi dovrebbe èssere quella che òccupa il centro e sarebbe conformata a somiglianza del corpo a cui appartiene. Ma stante i replicati rigonfiamenti del lìquido e la copiosa uscita delle lave, deve alterarsi nell'interno del masso vulcànico la regolarità del raffreddamento; e quindi quella parte di esso che più a lungo di tutte le altre conserva il calore e lo stato di liquidità, invece di rimanere confinata interamente nel centro, pel movimento continuo delle arie calde dal basso all'alto, dovrà mandare ramificazioni all'insù, e queste distèndersi simmetricamente tutt'all'ingiro rispetto al punto centrale. È pertanto probàbile e assài naturale che la forma assunta dalla cènere corrisponda esattamente nel masso vulcànico a quella sua parte dove persiste più lungamente lo stato di liquidità e dove il raffreddamento succede in ritardo. Se

ciò si ammette, come è di ragione, non si incontra più alcuna difficoltà a dare una soddisfacente spiegazione dello strano fenòmeno. Tutte le molècole dei lìquidi plutònici si tròvano avvolte in un velo di materia aerea la quale, nell'atto della consolidazione, essendo interposta tra molècola e molècola oppone resistenza alla forza che le chiama ad aggregarsi. Finchè l'ostàcolo non è grande, l'attrazione molecolare lo vince, le molècole si aggrègano in un sol tutto, e l'aria o rimane condensata fra le porosità del corpo sòlido od abbandona il suo posto, movendo verso l'alto e disperdèndosi. Ma quando l'ostàcolo, per la maggior densità dell'aria involgente le molècole, diventa più grande della affinità di aggregazione, questa non può più ottenere il suo effetto, e le molècole rimàngono disgiunte, perchè quando si consòlidano tròvansi separate l'una dall'altra per mezzo d'una pellìcola aerea da cui non pòssono liberarsi. Questo fatto adunque della consolidazione per molècole disgregate, sotto forma di un fino pulviscolo, o di cènere non può verificarsi che là dove le arie potèrono più che negli altri luoghi accumularsi. Ecco il perchè la cènere ne' mièi vulcanetti si è formata là dove il lìquido resistette maggiormente alla consolidazione, cosicchè non si trovava ancora consolidato, quando il vulcano si chiuse e le arie svòltesi nell'interno non potèndosi più dispèrdere si accumulàvano là dentro e si condensàvano. È chiaro che nei grandi vulcani terrestri bastando una mediocre altezza di lava nell'interno del camino vulcànico a costrìngere le arie

interne a condensarsi a segno da non permèttere l'aggregazione delle molècole, avverrà che una gran quantità di cènere si formerà durante ogni conflagrazione, e la cènere così formata, per l'azione espansiva delle forze vulcàniche, sarà spinta in alto ad uscir dal cratere e scagliata in seno all'aria, dove, essendo dotata di altìssima temperatura, molto si eleverà, presentando di giorno l'aspetto d'una nube scura e di notte quello di una nùvola infocata. È chiaro che per veder la cènere uscire anche da' mièi vulcanetti altro ormài non manca che di poterli praticare sopra una scala alquanto più grande, ed anche ciò concorre a dimostrare di quanta importanza sarebbe che si potèssero appunto sopra una maggior scala eseguire.

283. Stabilito una volta il principio che serve a spiegare la formazione delle cèneri è fàcile estènderlo alla spiegazione degli altri fenòmeni affini.

Siccome le molècole che consolidàndosi dànno origine a corpi cristallizzati dèvono sentire l'affinità di aggregazione molto più energicamente di quelle che dànno origine a corpi amorfi, così deve avvenire che quello stesso rivestimento d'aria che impedisce alle ùltime di aggregarsi non deve impedirlo alle prime. E quindi nell'interno dei bacini vulcànici può benìssimo succèdere che, sotto una determinata consistenza delle arie rinchiuse, pòssano formarsi bellìssimi cristalli compatti che si tròvino distribuiti non già in seno di una roccia massiccia come avvien d'ordinario, ma rèstino invece inceppati entro una pòlvere minutìssima e incoerente,

perchè quella parte del lìquido che diede orìgine ai cristalli si consolidò vincendo la resistenza dell' aria, e il resto della pasta lìquida che doveva cementarli con una materia non cristallina, cedette all'impedimento dell'aria e, invece di consolidarsi in una roccia massiccia, si convertì in un ammasso di cènere. Ecco perchè, sfogàndosi il vulcano, accade qualche volta che insieme ad immensi ammassi di cèneri, venga slanciata fuori una considerèvole quantità di corpicelli foggiati in forma di perfetti cristalli. Egli è perciò, per es. che sui fianchi dello Stròmboli, frugando nelle cèneri, si pòssono raccògliere in nùmero grandìssimo bellìssimi cristalli di augite perfettamente isolati.

284. Un altro fenòmeno sìmile a questo e che si deve spiegare analogamente è quello della formazione promiscua di cèneri e di lapilli.

Siccome col crèscere dell'altezza delle lave nel camino vulcànico va continuamente crescendo tra le molècole del lìquido del bacino la pressione delle arie, così poco prima che la pressione sia tanta da obbligare ogni molècola a consolidarsi separata dalle molècole vicine, avviene che gruppi più o meno considerèvoli di molècole pòssano ancora aggregarsi dando orìgine a corpicelli sòlidi di mole svariata, mentre che le arie scacciate fuori dai corpicelli consolidàntisi, accumulàndosi alla loro esterior superficie, esèrcitano tra corpicello e corpicello una pressione divenuta sufficiente ad impedire la loro mutua aggregazione. Abbiamo così, una specie di rete d'aria impedente l'aggregazione, però una rete a grandi

maglie, e che non impedisce di aggregarsi alle gòcciole di lìquido che sono contenute in ciascuna di esse. In questo modo si forma nell'interno del vulcano un'immensa quantità di pìccoli corpicciuoli che, quando vèngono spinti fuori commisti alla materia polverulenta, fòrmano dense nubi che oscùrano il cielo e da cui càdono piogge di cèneri e gràndini di lapilli. Quando alcuna volta in compagnìa delle cèneri piòvono lapilli non arrotondati ma angolosi, allora questi dèvono èssere stati generati da qualche sottil crosta formàtasi nell'interno, e poi rapidamente gonfiàtasi per modo da ròmpersi in minutìssimi pezzi, i quali gittati fuori insieme colle cèneri pòrtano nelle loro angolosità l'impronta d'èssersi prodotti nel modo or dichiarato.

Ora che sappiamo come vèngano generate le materie frammentarie che in tanta copia èscono qualche volta dagli specchi vulcànici, intendiamo senz'altro come queste dèbbano specialmente accumularsi in quèi vulcani che lavòrano lungo tempo sotto terra a cratere suggellato, e che a potersi sfogare hanno bisogno prima di tutto di ròmpere il coperchio onde aprirsi la strada per le loro dejezioni. Così fu straordinaria la quantità di materie frammentarie che fùrono projettate fuori dal Vesuvio nella sua prima stòrica eruzione, e così avvenne quando si formò Monte nuovo, e così succede sempre, allorchè hanno luogo le conflagrazioni del vulcano di Santorino e degli altri vulcani sottomarini.

285. Pochi giorni or sono, in sul finire dell'anno 1869, mi avvenne di osservare un fenòmeno che mèrita di

èssere quì registrato. Aveva praticato un esperimento vulcànico che, per accidentalità imprevedute, non diede i risultati ch'io m'era prefisso di ottenere, cosicchè invece di un vulcano a lavoro interrotto, vidi formàrsene uno che avrebbe potuto prèndersi per modello di quelli a lavoro persistente. Non ebbe luogo il sòlito iniziale rigonfiamento della crosta, e sotto di questa non si formò la caverna entro la quale si accùmula la forza generatrice delle impetuose eruzioni. Nacque una montagna che crescendo colla più grande uniformità, senza cessar mai dal lavoro, senza mai lasciar vedere allo scoperto il cratere, raggiunse in poco più di mezz'ora l'altezza di 40 centimetri. Allorchè, esaminando, come sempre faccio, l'interno del masso vulcànico, spaccài la montagna, vidi che il camino lungo l'asse presentàvasi vuoto d'ogni materia, e che tutt'all'intorno, sulle interne pareti, adagiàvasi un grosso strato di piccoli bellissimi cristalli, affatto sciolti e slegati.

Ciò mi fece comprèndere come le materie disgregate dèbbano necessariamente formarsi in tutte le anfrattuosità dei camini vulcànici quando le lave nel loro viaggio ascendente vi siano trattenute il tempo necessario per potersi consolidare nel mentre che sono soggette ad èssere attraversàte da una copiosa corrente di materie aeree le quali tèngono in agitazione le molècole e pòngono impedimento alla loro aggregazione in un sol corpo compatto.

Un fenòmeno anàlogo è quello presentato dalle acque gasose le quali quando si espòngono al freddo

in una bottiglia aperta, invece di rapprèndersi in un solo pezzo di ghiaccio compatto, si convèrtono in un bianchìssimo ammasso di pìccoli cristalli di neve.

286. I lìquidi plutònici emèttono una straordinaria quantità di materie aeree nell' atto di loro consolidazione, e contìnuano, anche dopo solidificati, ad emèttcrne in copia considerèvole, in conseguenza del loro raffreddamento. Mancando d'ogni istrumento misuratore, non ho potuto determinare con precisione il lìmite mìnimo di temperatura a cui questi corpi, raffreddàndosi, cèssano di emèttere gas; pure pel lìquido vulcànico degli esperimenti, riuscii, per mezzo dei terremoti, come si spiegherà più avanti, a riconòscere che almeno fino alla temperatura di 200° C. l'emissione di gas continua ad èssere sensibilìssima. Ecco adunque perchè le lave sono fumanti non solo quando appena traboccate dal cratere tròvansi in via di consolidazione, ma contìnuano a mandar fumo da tutti i loro crepacci per un tempo lunghìssimo dopo che si vèdono esteriormente irrigidite e che si pòssono crèdere perfettamente consolidate anche nell' interno. Ciò rende completamente ragione della diuturnità del fenòmeno delle *fumarole*, e se si ammette, come è naturale il crèdere, che col degradar delle temperature, mùtino non solo le quantità complessive delle arie emesse ma ben anche i rapporti di quelle rispetto alle diverse qualità di queste, s'intenderà chiaramente il perchè, dalla medèsima fumarola, col passar del tempo, èscano le arie non solo diminuite nella quantità, ma ben anche diverse nella qualità.

Articolo IX.

Spostamenti delle regioni terrestri.

Movimenti delle regioni terrestri in senso verticale — Movimenti in senso orizzontale — È egli credibile che la separazione di due paesi vicini sia stata cagionata dai terremoti? — Distinzione fondamentale dei terremoti.

287. È desideràbile che si misùrino più esattamente di quanto io potèi fare le contrazioni che subìscono le rocce vulcàniche nel raffreddarsi. Intanto, in mancanza di misure più accurate, prenderemo per norma quella che ho potuto in qualche modo istituire sulla materia vulcànica che ha servito ai mièi esperimenti e che trovài corrìspondere a circa il 40 per 1000 di diminuzione lineare per un raffreddamento di mille gradi. È questa una contrazione straordinariamente grande, assài più grande di quella di qualunque metallo e di tutti i corpi pietrosi che finora fùrono sottoposti ad esame. Il ferro non diminuisce che del 12 per 1000, e lo zinco stesso che si contràe più di tutti resta ancora al di sotto del 40, raggiungendo appena il 33 per mille. Lo spato calcare si contràe soltanto del 6 per mille, il quarzo del 14, e il vetro del 7. Ora molti fenòmeni geològici dèvono per certo èssere dipendenti da questa gran contrazione che subiscono le rocce terrestri nel raffreddarsi. Una regione proveniente da un lago di liquido terrestre dell'altezza di 20,000 metri, per lungo tempo cioè finchè al di sotto di essa esiste ancora una considerèvole

copia di liquido, obbedendo all' espansione che questo subisce consolidàndosi, deve lentamente e gradatamente sollevarsi; ma diminuendo di continuo la quantità della materia lìquida e di continuo aumentando la quantità della materia solidificata, mentre, pel progresso della consolidazione di quella, deve la regione sollevarsi, al contrario, pel progressivo raffreddamento di questa, la regione medèsima dovrà lentamente e gradatamente sempre più sprofondarsi. Avverrà pertanto che, durante tutto quel lungo perìodo di tempo nel quale le due azioni opposte a presso a poco si bilànciano, l'altezza della regione si conserverà sensibilmente invariàbile, cosicchè sembrerà ch'abbia raggiunto uno stato di quiete perenne. Vèdesi ora come quella stabilità debba èssere necessariamente temporanea, perchè continuando la materia lìquida a trasformarsi in materia sòlida, diminuisce la càusa che tende a portar in alto la regione e cresce quella che tende a farla sprofondare, dunque per entrambi i motivi prevalerà la seconda càusa alla prima, e la regione comincierà effettivamente a sprofondarsi, e questo movimento di discesa durerà non solo finchè tutto il lìquido non sìasi consolidato, ma ben anche finchè la materia sòlida non sìasi tutta raffreddata. Il movimento di discesa sarà lentìssimo e graduale ma continuerà per un nùmero grandìssimo di sècoli, apportando a poco a poco considèrevoli mutazioni nella orografia della terra. Infatti la regione di cui si discorre se non ha qualche sua parte che sporga dal mare più di 800 metri dovrà finire per inabissarsi interamente

sotto il livello dell'acqua. Con ciò rimane perfettamente chiarita una questione di geologia che fino ad ora era circondata di molta oscurità; cioè perchè vi siano regioni a livello sensibilmente stàbile, ve ne siano invece alcune che continuamente innàlzano il proprio livello, ed altre ve ne siano che continuamente lo abbàssano. Tutte le regioni dèvono necessariamente passare attravèrso a queste tre fasi: dapprima tutte dèvono innalzarsi, poi rimanere in quiete, e infine abbassarsi. È già le osservazioni hanno constatato in conformità del principio da noi stabilito che le terre le quali continuamente s'innàlzano sono comprese entro zone vulcàniche ben determinate. Però dopo che tutte le terre saranno passate attraverso alle dette fasi, il che suppone che il liquido terrestre siasi interamente consolidato, e le rocce che ne provènnero siansi compiutamente raffreddate, saranno cessate le càuse che promuovèvano i cambiamenti di livello, e le terre avranno finalmente raggiunto uno stato d'inalteràbile stabilità. Dunque si vede come le deduzioni che molti distinti geòlogi volèvano trarre dai movimenti in senso opposto osservati nelle varie parti della crosta terrestre, cioè che le terre vàdano soggette come ad un moto di altalena, per cui quelle che discèndono òbbligano le altre a salire, finchè discendendo queste saranno obbligate a salir quelle, e la teoria che sostiene èssere stata una volta sporgenti al di sopra delle acque del mare quelle terre che ora ne stanno al di sotto, e ciò quando gli attuali continenti formàrono il fondo del mare, attendendo che quando saranno di

nuovo tutti i nostri continenti sott'acqua, ritòrnino ad uscire dalle acque quelle terre che ora vi si tròvano sommerse; sono deduzioni prive di ogni fondamento, sono se si vuole, concezioni brillanti ma affatto fantàstiche, non sono la storia della terra ma sono un romanzo geològico.

288. Se nelle regioni terrestri, ad onta della loro mole e dell'immenso peso, vi è tanto di mobilità che ora le si vèdono recarsi in alto tutte d'un pezzo, ora le si vèdono ugualmente senza soluzione di continuità ritirarsi verso il basso, non dobbiamo maravigliarci che in molti casi pòssano liberamente obbedire in masse grandìssime alla forza che le chiama a restrìngersi anche nel senso orizzontale. Nè ciò poteva avvenire senza la produzione di un fenòmeno interessante del quale vogliamo appunto occuparci.

289. Supponiamo per es. che l'Italia, legata ad un suo capo stabilmente alle Alpi ed al continente, fosse stata in origine, all'altro estremo, congiunta per breve tratto coll'isola di Sicilia. Supponiamo inoltre che le due terre, rimanendo fisse ai loro opposti estremi, consolidato il lìquido, si fòssero di tanto raffreddate in tutta la loro massa da èssersi ridotte in equilibrio di temperatura coll'ambiente esteriore; avendo dovuto soffrire una contrazione orizzontale del 40 per 1000, dovèvano èssersi accorciate almeno di una cinquantina di chilòmetri. Epperò se i due paesi, come si suppose, tènnero sodo ai loro estremi, avrèbbero dovuto necessariamente l'un dall'altro staccarsi, lasciando fra loro la distanza dei

cinquanta chilòmetri sopraindicati. Qualche cosa di sìmile a ciò che accennài deve èssere avvenuto. Pare anzi che il fatto del distacco della Sicilia dall'Italia non rimonti a tempi così antichi che non ce ne sia rimasta una qualche tradizione. D'altronde l'identità delle rocce e certe spiccate corrispondenze nei rilievi e nelle sinuosità delle due parti ci fanno inclinare ad ammèttere che il fatto sìasi effettivamente verificato.

Lo stretto di Messina che divide l'Italia dalla Sicilia ha un'ampiezza molto minore di 50 chilòmetri, il che doveva èssere necessariamente per le seguenti ragioni. Prima di tutto la Sicilia può aver subito la sua contrazione molto più dalla parte opposta all'Italia che dalla parte che la riguarda; poi l'Italia, questo immenso promontorio, non poteva restringèndosi ritirarsi verso l'Alpi tutta d'un pezzo, cosicchè in parte la contrazione sarà stata impedita dalle enormi resistenze che si opponèvano al suo compimento, in parte avrà avuto luogo per innumerèvoli soluzioni di continuità di così piccola ampiezza da non potèrsene riconòscere le tracce; e per ùltimo è a considerarsi che il raffreddamento delle rocce sotterranee, sovra le quali distèndonsi l'Italia e la Sicilia, è ben lontano dall'aver raggiunto il suo tèrmine.

290. Così se la Còrsica e la Sardegna sòrsero congiunte dal seno del mare, stante la brevità della linea d'unione, era naturale che nel contrarsi dovèssero dividersi, e che il mare entrasse fra l'una e l'altra a formar lo stretto di S. Bonifazio. E un tal fenòmeno per la stessa ragione doveva riprodursi in tutti i casi anàloghi,

per lo che deve èssere considerato come un fatto eccezionale e meritèvole di una particolar spiegazione il ritrovare due vaste regioni congiunte fra loro per mezzo d'un istmo sottile, cioè di un istmo di cui la rottura avesse potuto facilmente provocarsi per una lieve tendenza a muòversi in senso contrario dalle due parti da esso congiunte. Ed io credo che la contrazione, questa càusa efficacìssima di frazionamento dei paesi, sia tuttora in attività e stia preparando la rottura di altri istmi e la separazione di altre ìsole. Però se non v'è dubbio ch'essa sia stata quella che ha dovuto distrùggere tutte le dèboli lingue di terra che prima congiungèvano i paesi vicini, non se ne può dedurre per nulla la proposizione contraria, cioè che tutti i paesi vicini fòssero in origine congiunti fra loro per mezzo di lingue di terra che il restringimento ha spezzate. Voglio dire per es. che se l'Europa e l'Àfrica uscìrono congiunte dal mare è naturalìssimo che per la contrazione sìansi divise, e siasi formato tra loro lo stretto di Gibilterra, ma che l'esistenza di questo stretto non ci autorizza a stabilire ch'esso abbia avuto orìgine per la separazione delle due parti del mondo, mentre queste avrèbbero potuto anche sòrgere divise e l'apparizione dello stretto èssere stata contemporanea della loro formazione. In règola generale, dove negli stretti il mare è profondìssimo, è assài probàbile che la separazione dei due paesi sia avvenuta posteriormente, e dove il mare è poco profondo è più naturale il pensare che i due paesi vicini sìano nati originariamente dall'acqua già divisi com'essi

sono. E perciò io non credo che, dopo la sistemazione dei continenti, l'Inghilterra sia mai stata congiunta alla Francia, o che le ìsole di Còrsica e di Sardegna sìano mai state unite all'Italia.

291. In generale quando si emette l'opinione che un paese sìasi distaccato da un altro si suol soggiùngere che ciò deve èssere avvenuto in conseguenza di qualche poderosìssimo terremoto. Ma in verità considerando i terremoti quali funziònano al presente sulla superficie della terra mal si potrebbe comprèndere come in altri tempi àbbiano potuto produrre così vaste rovine, ed annientare i paesi colpiti per modo che non restàssero nemmeno le pietre sconnesse ad indicarci la furibonda violenza del loro passaggio. Di più per qual ragione questi terremoti distruggitori dovèvano prèndere sempre ed unicamente di mira le lingue di terra, gli istmi e i promontorj? Che forse si trovàssero già al di sotto di questi preparate le cavità destinate a ricèverne le rovine allorchè il terremoto le faceva precipitare? Ma quando si debba supporre che al di sotto d'ogni sporgenza di terra la natura abbia preparato un vuoto capace di contenerla, tanto vale il supporre che questo vuoto sia stato fin dall'orìgine fatto nàscere al di sopra, avendo la natura fabbricato già disgiunti i paesi vicini, senza aspettare la precipitazione delle terre interposte, e il terremoto che la produca. Pertanto io non aveva mai potuto erèdere all'antica esistenza di questi particolari terremoti, finchè del fenòmeno attribuito ad essi ho potuto trovar la ragione nel ragguardèvole

restringimento a cui vanno soggette le rocce ignee terrestri nel loro raffreddamento. Ora apparisce chiaro come la rottura degli istmi e la conseguente formazione degli stretti sia un fenòmeno normale e pressochè necessario, mentre prima, nell'ipòtesi dei terremoti, oltre che bisognava suppor questi d'una violenza tutt'affatto straordinaria, non s'intendeva perchè mai quelle località dovèssero èssere prese di mira a preferenza di tutte le altre.

Che se poi anche alle descritte contrazioni, stante gli effetti che prodùcono, si volesse conservare il nome di terremoti, bisognerebbe ricordarsi che per l'origine e per la forma non si dèvono confòndere coi terremoti ordinarj, nei quali pure è necessario l'introdurre una distinzione fondamentale.

292. Vi sono terremoti che, per succèdere, hanno bisogno dell'intervento del lìquido terrestre e terremoti che succèdono dove non v'è più traccia del detto lìquido o almeno senza il suo intervento. I primi, com'è naturale, si manifèstano frequentìssimi dove i vulcani sono tuttora in azione, o dove si spènsero da un'època non molto rimota, e scòssero per lunghìssimo tempo tutte le regioni vulcàniche e tutte le regioni plutòniche prima che il bacino del lìquido che le alimentava si fosse per intero consolidato. Gli altri hanno luogo nell'interno di rocce già interamente consolidate, durante il periodo del loro raffreddamento. I primi dipendendo dalle fluttuazioni del lìquido, dalle sue disposizioni per entro gl'inviluppi sòlidi che lo contèngono, e da' suòi rapporti coi movimenti più o meno fàcili di quella colonna che si

àgita nell' interno del camino vulcànico, circostanze le quali pòssono indefinitamente variare, sono veri protei, suscettìbili di assùmere le forme più disparate, e produrre fenòmeni strani, sconnessi, difficilmente prevedìbili e difficilmente classificàbili. A questi si suol dare il nome di *terremoti vulcànici* perchè più generalmente avvèngono nei paesi che sono o fùrono la sede di qualche vulcano; agli altri i quali assài spesso manifèstansi attivi in regioni lontane da qualunque vulcano si suol dare il nome di *terremoti plutònici*. Dobbiamo per altro ritenere che ai terremoti plutònici non è impedito che scuòtano le regioni vulcàniche, nè ai terremoti vulcànici che manifèstino la loro potenza in regioni lontanìssime da ogni vulcano. Da per tutto ove esìstono ancora le reliquie del lìquido terrestre pòssono aver luogo i terremoti vulcànici, e da per tutto ove il lìquido terrestre è già in parte consolidato pòssono aver luogo i terremoti plutònici.

Articolo X.

Terremoti vulcànici.

Terremoti vulcànici sperimentali — Terremoti anteriori alla chiusura del vulcano — Posteriori alla chiusura del vulcano — Montagna nata in un terreno apèrtosi per terremoto — Terremoti vulcànici nelle formazioni plutòniche.

293. I terremoti vulcànici più ragguardèvoli, essèndosi verificati in tempi antichìssimi quando mancàvano gli osservatori per tramandàrcene la memoria, o compièndosi nelle vicinanze dei vulcani più formidàbili dove gli osservatori non vanno volontieri a studiarli, si sottràggono ad una storia alquanto completa. Io darò una breve descrizione di quelli che osservài negli esperimenti, i quali dèvono per certo rappresentare ciò che si è già compiuto sulla superficie della terra o ciò che potrà còmpiersi nell'avvenire.

294. Quando il vulcanetto sperimentale siasi organizzato a dovere, cioè posseda un camino abbastanza ampio per dar lìbero sfogo alla materia delle eruzioni, allora finchè esso è aperto non si hanno terremoti, a meno che non vògliansi contare per tali i trèmiti che imprìmono al pìccolo monte ed alla pianura circostante le onde di lìquido che s' incàlzano per recarsi più in alto e poi dispèrdersi. La pianura è in balìa di terremoti che la fanno parecchie volte salire e discèndere, incominciando dal primo istante in cui essa compare, non ancora saldata alle estremità e quindi galleggiante

sul liquido che la sostiene, fino a quello in cui cominciando ad agire le bocche vulcàniche essa sia diventata rigida e fissa in tutta la sua estensione.

295. Allorchè il vulcano non si organizza nel modo perfetto che si è or ora contemplato, caso che ormài arrivo ad evitare quasi con sicurezza ne' mièi esperimenti, ma che in natura deve èssersi verificato moltìssime volte, i terremoti fanno baldoria: si manifèstano violenti, numerosi e sotto forme svariatissime. Prodùcono rigonfiamenti del suolo, indi trabalzi della crosta e fenditure dalle quali il liquido sgorga qualche volta in tanta abbondanza, come se ivi si fosse aperto un nuovo cratere. Però dai crepacci appena aperti comincia sempre a scaricarsi un violentìssimo soffio di materie gasose, le quali non mancàno mai di sprigionarsi con ìmpeto dagli stessi anche quando la materia lìquida fino ad essi non giunge a salire. Una volta il vulcano aveva già edificato una mediocre montagna quando vi fu una interruzione di lavoro che si prolungava al di là dei lìmiti ordinarj. L'interno scricchiolìo annunciava l'imminenza di un terremoto, e questo infatti accadde, e distaccò in un tratto tutta quanta la crosta, slanciando violentemente a qualche altezza pianura e montagna che immediatamente ricàddero al posto di prima: dalle varie fenditure rimaste aperte fece apparizione il liquido interno il quale ben presto consolidàndosi le suggellò, e allora le eruzioni riprèsero regolarmente il loro corso dal cratere abbandonato, e continuàrono a ripètersi finchè la montagna fu compita e il vulcano si spense.

296. Dopo chiuse le bocche vulcàniche, i terremoti di questa specie infùriano per lungo tempo, manifestàndosi all'esterno sotto forme curiose e diversìssime. Ora è un pezzo di crosta che, percosso dal basso all'alto, cede da un lato sollevàndosi e girando intorno all'altro estremo dove non avvenne alcuna soluzione di continuità. Esso dopo èssersi piegato in questo modo strano per virtù del terremoto, tornerebbe ad adagiarsi nella sua posizione naturale primitiva, ma il lìquido accorso alla fenditura e quivi consolidàtosi, impedisce il ritorno, e gli fa puntello, rendèndolo stàbile nella sua nuova posizione. Ora è un altro pezzo di crosta che il terremoto schianta dal suolo di cui faceva parte, sospinge in alto e fa ruotare di molti gradi intorno ad un asse verticale, per poi fissarlo stabilmente, fuor del suo posto primitivo, sovra il sostegno che il lìquido accorso, consolidàndosi, gli fabbricò. Così mi si produsse sotto gli occhi replicatamente in un modo spiccatìssimo quel fatto, ammesso da molti e da altri contèstato, che porta il nome di *terremoto giratorio* o *vorticoso*.

Un'altra forma di terremoto che si presenta assài frequente ne' mièi massi vulcànici è quella che ora passo a descrìvere. Si ode tutt'ad un tratto una specie di detonazione che somiglia al rimbombo di un' arma da fuoco. Il masso vulcànico strappato per intero dalla sua giacitura naturale si vede scosso e agitato; quando il tutto è ritornato alla quiete, si osserva che la superficie fu portata ad occupare stabilmente un livello superiore a quello di prima: pure per quanto la si esàmini

non si trova in essa la traccia della più piccola fenditura. Come mai potè effettuarsi un così grande sconquasso, senza che rimanesse alcun segno visìbile dello sforzo che lo produsse? Veramente una lacerazione vi è ed è grandiosa; la càusa ch'ebbe la forza di sollevare istantaneamente l'intero masso vulcànico si può riconòscere perfettamente, perchè ha lasciato nel masso medèsimo una traccia sensibilìssima ed indelèbile; ma per averne cognizione, bisogna capovòlgere il masso e mèttere allo scoperto la sua superficie inferiore. È là, in quel luogo profondo, dove si produsse la catàstrofe che cagionò il sollevamento istantaneo di tutta intera la regione vulcànica. Là al di sotto, per ampj crepacci che improvvisamente si apèrsero, fu sbalestrata fuori, coll'ìmpeto di una palla da cannone, una considerèvole quantità di lìquido che sollevò tutto il masso e si consolidò immediatamente sotto di lui a tenerlo sollevato per sempre.

I geòlogi vorranno convenire con me, che se questo fatto, come non se ne può dubitare, si è mai verificato nelle regioni vulcàniche terrestri, assài difficilmente sarèbbero riusciti a mètterlo in rilievo, ricorrendo per istudiarlo al mètodo da essi esclusivamente adoperato che è quello dell'osservazione.

Ebbe una volta a presentàrmisi un caso di terremoto, il quale, sebbene non mi si sia più riprodotto, pure per la sua singolarità mèrita che se ne tenga memoria. Voleva mostrare ad un caro e distinto amico mio la formazion d'un vulcano. Allora non aveva per anco

acquistata una pràtica sufficiente nella preparazione dell'esperimento per poter èssere sicuro della sua riuscita, e quella volta, con mio grandìssimo rammàrico, l'esperimento mancò. Io vidi il lìquido nella sua superficie superiore consolidarsi interamente a pianura, come se non fosse stato plutònico. Mortificatìssimo feci le mie scuse all'amico il quale dopo qualche tempo se ne andò. Rimasto solo a considerar quel masso vulcànico che non aveva prodotto alcun vulcano, vidi improvvisamente e con ìmpeto aprirsi a due battenti la terra, e dalla voràgine formàtasi per la crosta rovesciata in due sensi opposti, nàscere in brevìssimo tempo una bella montagna. Il fatto accadde circa un quarto d'ora dopo che la superficie del lìquido èrasi interamente consolidata.

297. Nei massi vulcànici travagliati dal terremoto accade assai di rado che tutta la superior superficie ne risenta egualmente gli effetti. Di sòlito le scosse violente si lìmitano ad alcuni punti isolati, mentre intorno ad essi il terreno è assai meno turbato e negli altri luoghi rimane affatto tranquillo. Cospargendo il terreno di sabbia, o posàndovi sopra alcuni lunghi pilastrini metàllici, si ha il mezzo di poter conòscere come nei varj casi le parti agitate e quelle in quiete si altèrnino e s' intrèccino regolarmente fra loro in molte guise diverse.

298. Terremoti vulcànici succèdono per certo anche nei bacini da cui sòrsero le montagne non vulcàniche, e tra gli altri mi piace citare un fatto molto curioso di cui tengo le prove scolpite sulla cima di moltìssime tra le montagne che figùrano nella mia collezione.

Sono pìccole catene di monti che si formàrono colla màssima regolarità, ma dopo chiusa l'ùltima cima, si vìdero alcune di queste fèndersi all' improvviso per un tratto limitato che non superava quasi mai il quinto od il quarto dell'altezza totale della montagna. Dal punto ove comincia la fenditura fino al vèrtice, la montagna appar divisa in due parti, ma al di sotto di quel punto non riscòntrasi alcuna soluzione di continuità; cosicchè le due parti rèstano fra loro perfettamente congiunte per mezzo del tronco comune al di sotto del punto di separazione. Appena aperta una tale fenditura, vìdesi uscire da essa un filo di materia lìquida e scòrrere al basso sul fianco della montagna, dove consolidàndosi rimase aggrappato a rappresentare una pìccola corrente vulcànica impietrita. S' intende che il lìquido rimasto chiuso nell' interno della spugna plutònica costituente il corpo della montagna appena formata, dilatàndosi nel consolidarsi, faceva spaccare la montagna verso l'alto, dove per la minor grossezza era meno resistente, e poi compariva al di fuori a rèndere manifesta la cagione che aveva prodotto il fenòmeno.

Ora passerò a discòrrere dei terremoti plutònici.

Articolo XI.

Terremoti plutònici.

Sede dei terremoti plutònici e lunga fase di loro attività — Càuse generatrici dei terremoti plutònici — Crepitio delle rocce durante la fase dei terremoti — Terremoti prodotti dall'aria compressa — Ripetizione dei terremoti — Propagazione dei terremoti — Terremoti che scuòtono quasi simultaneamente vastissime regioni — Le opinioni correnti circa le càuse dei terremoti.

299. I terremoti plutònici si manifèstano anch' essi come i vulcànici con traballamenti e scosse violentìssime del terreno, ma sono prodotti da càuse affatto indipendenti dalla presenza della materia lìquida. Avvèngono pertanto nelle rocce d' origine ignea, o dopo ch'esse si sono interamente consolidate, o in quelle parti delle stesse dove ha cessato di esìstere materia in istato di liquidità. Egli è perciò che la fase di questi terremoti dura per ciascun paese un tempo lunghìssimo, il quale se si dovesse valutare a norma di ciò che succede ne' mièi esperimenti, dovrebbe protrarsi al di là della chiusura del vulcano per un tempo dieci volte maggiore di quello che fu necessario affinchè il vulcano si compisse. E poichè per es. dalla nàscita dell'Etna ai nostri giorni certo non si eccede assegnando un perìodo di dieci mila anni, ne conseguirebbe che spento il vulcano, dovrebbe nelle regioni che lo pòrtano durare la fase dei terremoti almeno mille sècoli. Così pertanto assài bene si spiega per qual ragione per es. nella Siria

impervèrsino frequentemente i terremoti quantunque ogni lavoro plutònico o vulcànico esterno sia colà cessato da tempo immemoràbile, e per qual ragione nella nostra penìsola i terremoti che avvèngono intorno a quèi luoghi che sono la sede di vulcani estinti sìano per sòlito più formidàbili di quelli che manifèstansi nelle regioni dove i vulcani hanno le gole ancora aperte e ancora riboccanti di materie infuocate.

500. Due sono gli elementi che intervèngono a produrre i terremoti plutònici, i quali entrambi tèngono la loro radice nel fatto del continuato raffreddamento delle rocce d'orìgine ignea.

Abbiam già visto ed ampiamente messo in chiaro nell' òpera nostra *Sull'orìgine delle Montagne* (*) come pel non uguale raffreddarsi delle diverse parti costituenti le rocce plutòniche o vulcàniche si gènerino in esse enormi tensioni che le òbbligano a spaccarsi. Ora i terremoti di cui discorriamo sono in una stretta dipendenza dalla formazione di queste spaccature; e i terremoti che più gagliardamente scuòtono i mièi pezzi vulcànici corrispòndono sempre pel nùmero e per le località che fècero traballare al nùmero ed alla giacitura delle spaccature che rinvèngonsi aperte nel nucleo allorchè si prende in esame.

Una seconda càusa è riposta nello svolgimento delle materie gasose che va continuamente operàndosi in seno delle rocce d'orìgine ignea, per un tempo assài lungo,

(*) *Sez. I, Cap. I, Art. XVI, pàg.* 161.

finchè dalla temperatura altìssima che dapprima possedèvano non sìansi recate ad una temperatura relativamente assài moderata. Chi sa che in fatti lo svolgimento di queste arie non duri finchè le rocce, acquistata la temperatura dell'ambiente, cèssino affatto dal raffreddarsi? Questa però può èssere una questione interessante per lo studio fìsico delle dette rocce, ma non interessa per le sue applicazioni geològiche al caso dei terremoti. Sotto questo rapporto possiam dire che v'è un lìmite di temperatura, ch'io non ho ancora potuto determinare con precisione ma che deve èssere assài facilmente determinàbile, al di sotto di cui, se anche l'aria continua a svòlgersi, diventa impotente a raccògliere nell'interno tanto di forza che valga a produrre il terremoto.

In un gran numero di casi le due càuse si tròvano associate e si prèstano mano a vicenda; però ne' mièi piccoli esperimenti succede assài spesso che la seconda càusa lavori isolatamente, senza che la prima la pròvochi o le presti alcun sussidio, ed è probabile che nei grandi esperimenti i quali naturalmente si còmpiono alla superficie della terra, la prima càusa sopravviva alla seconda, e produca ancora terremoti dopo che questa ha interamente esaurita la sua potenza.

301. Descrivendo l'esperimento vulcànico nell'*Art. III* di questo *Capo*, feci osservare che il perìodo dei terremoti rèndesi sensìbile all'orecchio per mezzo di un particolare crepitìo che svòlgesi da tutti i punti del masso vulcànico. Questo crepitìo dinota che le arie le quali

vanno accumulàndosi nelle numerosìssime celle del masso sono continuamente in disequilibrio di tensione, ond'è che tutte quelle diverse pìccole porzioni d'aria tròvansi in perpetuo movimento da una cella all'altra per tentare di equilibrarsi. Ora questo passaggio d'aria attraverso a piccolìssime fenditure e il pizzicamento delle molècole che ne consèguita, si manifesta all'esterno con quegli infiniti pìccoli rumori che costituìscono il crepitìo. Affinchè ciò accada bisogna che le molècole àbbiano acquistato abbastanza di rigidezza e di elasticità da poter rispòndere con oscillazioni sonore all'azione esercitata sovr'esse dall'aria che le sfrega; ciò che non può succèdere finchè dura quel residuo di fàcile arrendevolezza che è propria delle molècole da breve tempo consolidate. Ed ecco la ragione per la quale il crepitìo non si ode sùbito dopo che il vulcano si chiuse, ma invece comincia a manifestarsi molto più tardi.

Per quanto l'aria continui a muòversi, siccome sempre se ne produce, l'uguaglianza di tensione fra quella che òccupa le diverse celle non si può mai stabilire; e intanto cresce incessantemente la media di tutte quelle tensioni che chiameremo la tensione generale. Vedremo tra poco qual parte prenda nella produzione dei terremoti l'aria chiusa entro il masso vulcànico nelle circostanze ora indicate. Intanto dirò che il crepitìo annunciatore dello sviluppo e dell'esistenza di quest'aria, dura per un tempo assài lungo, cioè per tutto quel tempo durante il quale accàdono i terremoti, ma cessa interamente, quando l'interno del masso

vulcànico è ancora dotato di una temperatura sì alta che non è possìbile tenervi a contatto la mano; e dopo cessato il crepitìo più non m'avvenne di veder scosso il masso vulcànico da qualche terremoto sensìbile.

302. Èccomi a mèttere in chiaro come intervenga quest'aria nella produzione dei terremoti. Il nucleo vulcànico, durante il periodo de' terremoti, continua a comportarsi come una sorgente inesauribile di aria. L'aria vi si svolge da per tutto e, col tempo accumulàndosi, va continuamente acquistando maggior tensione. Il nucleo per tal modo trasfòrmasi in un'arma càrica a gas e che da sè stessa va sempre più caricàndosi. Anzi a parlar più esattamente il nucleo deve considerarsi non come un'arma ùnica ma sibbene come una moltitùdine di armi tutte rilegate in un fascio. Ciò avviene perchè fin da quando il nucleo conteneva ancora materia lìquida era già diviso in varj scompartimenti privi tra loro di comunicazione, e questi scompartimenti rimàngono ancora separati per l'aria, dopo che il nucleo si è interamente consolidato. Tosto che la tensione dell'aria in qualcuno degli accennati scompartimenti diventa troppo grande, la materia che lo costituisce in qualche punto della superficie è obbligata a cèdere, epperò una porzione limitata della stessa viene violentemente schiantata, e così si apre la bocca attraverso a cui l'arma può scaricarsi. Ivi accorre con ìmpeto immenso tutta l'aria che in quello scompartimento era stipata, e la porzione di crosta, contro la quale il soffio imperversando urta direttamente, è scossa dal basso all'alto ed ora cede

stritolàndosi e lasciando dispèrdere attraverso al suolo la corrente gasosa, ora reagisce per elasticità e allora soffre un trèmito convulso pel quale in brevìssimo tempo sale e discende un gran nùmero di volte. Da questo punto che è come il centro di un terremoto sussultorio, i trèmiti della crosta irràdiano tutt'all'intorno, e le oscillazioni del terreno vanno trasmettèndosi ad enormi distanze, in parte per l'effetto naturale d'ogni urto operàtosi in corpi dotati di elasticità ed assài più perchè il torrente aereo, imprigionato tra il nucleo e la crosta, va dalla sua scaturìgine dilungàndosi tutt'all'ingiro, accorrendo più copioso e più formidàbile dove trova le minori resistenze e scuotendo da per tutto la crosta al suo passaggio. Egli è in questo viaggio sotterraneo dell'aria che cerca una qualche via per dispèrdersi, ch'essa s'insinua da per tutto nella crosta ove vi è qualche soluzione di continuità, e specialmente nei canali non perfettamente obliterati dove scorrèvano le lave che il vulcano recava allo scoperto, e per quèi canali visitando gli antichi crateri, e spezzàndone spesso i coperchi.

303. Le pareti dello scompartimento scaricàtosi non resìstono più quanto prima alle pressioni esercitate contr'esse dall'aria rinchiusa negli scompartimenti vicini, e quindi non è raro il caso che alcuna ceda rompèndosi e lasciando lìbero il varco all'irruzione dell'aria di qualche pròssimo scompartimento. La rottura delle pareti è anche resa più fàcile dalle scosse violentìssime a cui dèvono andar soggette nell'atto della scàrica e per l'effetto della stessa. Ora le nuove correnti d'aria che

irròmpono per questa ragione, attravèrsano lo scompartimento impetuose e ne èscono per la stessa via della prima, rinnovando l'urto principale e tutta la serie dei fenòmeni consecutivi nei luoghi idèntici che fùrono percossi dal primo colpo di terremoto. Ecco per qual ragione accade sovente che nel medèsimo luogo ad una prima scossa di terremoto ne succèdano altre parecchie.

304. L'aria che minacciosa e fremente cammina compressa tra il nucleo e la crosta, ed àgita questa e la sposta e la increspa, modellàndola a guisa di una superficie liquida travagliata dalle onde, scuote nel tempo stesso con veemenza e batte in breccia con urti violentissimi anche la sottoposta superficie che è quella del nucleo, producendo nella stessa una moltitùdine di guasti, attraverso ai quali può liberamente scaricarsi l'aria rinchiusa nei relativi scompartimenti; epperò avviene spesso che un primo terremoto ne pròvochi successivamente varj altri, cosicchè qualche volta si direbbe che il terremoto è contagioso, mentre quando cessa in un luogo lo si vede ridestarsi di mano in mano nelle regioni adjacenti.

305. Ora è fàcile l'immaginare quale sconquasso debba succèdere allorchè in un masso vulcànico proveniente dalla consolidazione di un antico mare di liquido terrestre si apra una fenditura che lo percorra in tutta l'immensa sua lunghezza e lo spacchi in due parti: Il terreno naturalmente deve oscillare e può aprirsi anche in conseguenza della sèmplice fenditura; ma il fenòmeno assài si còmplica pel fatto dei numerosi

scompartimenti spezzati, ciascuno dei quali produce il suo particolar terremoto. E le arie che irrompendo simultaneamente da cento sorgenti diverse, s'incòntrano, si accùmulano, si ùrtano e si sovrappòngono, prodùcono nell'interno della spaccatura un terrìbile uragano e bàttono in breccia e mèttono a soqquadro tutto il terreno sovrastante. Questi terremoti sono nel tempo stesso i più estesi e i più funesti; mentre a rèndere ancora più impetuosa la scàrica delle arie fatali interviene altresì la circostanza che il masso vulcànico era tenuto dalla pressione dell'aria interna in uno stato di distensione forzata, onde appena che la scàrica incomincia, esso istantaneamente restrìngesi, aggiungendo un nuovo potentìssimo impulso al moto devastatore dell'aria fuggente. In questo caso i paesi più lontani pòssono èssere scossi pressochè nel medèsimo istante: i centri da cui emana il terremoto appariscono moltèplici e per lunghi tratti l'un dall'altro disgiunti, come anche il sono in realtà. Nei detti centri il terremoto è distintamente sussultorio, mentre per grandi estensioni di paese intorno ad essi non è che ondulatorio, e in certi luoghi dove le arie sotterranee s'incòntrano e si ùrtano diventando vorticose, il terreno sovrastante obbedendo a queste spinte pare che tenti di vòlgersi intorno a sè stesso, e mòstrasi in preda a quella specie di terremoto che porta il nome di vorticoso o giratorio.

Così ho disegnato il quadro dei terremoti e delle diverse càuse che li prodùcono. L'anàlisi che ho potuto farne è interamente il frutto degli esperimenti vulcànici.

Senza di essi non ne avrèi saputo di più di quanto se ne sa comunemente, il che, a dir la cosa con ischiettezza, è davvero troppo poco. Se nel mio quadro rimane ancora qualche punto non abbastanza illuminato, si può èssere certi che ogni ombra si dissiperà tosto che si potranno praticare esperimenti sopra una scala un po' più grandiosa.

306. Tre sècoli fa, prima ancora che la scienza geològica fosse nata, il nostro Torquato Tasso cantava:

. . . . trema la terra
Quando i vapori in sen gràvida serra (*).

Ora quel concetto così chiaro e così giusto che egli s' era formato dei terremoti, col moltiplicarsi dei geòlogi par che sia andato smarrito. Hanno tanto discusso e tanto sottilizzato che finìrono a trovarsi presi in un labirinto e a pèrdere la strada. I meno fantàstici videro nel terremoto una gran màcchina a vapore, messa in azione dal sòlito famoso mare che va a far visita al sòlito famoso fuoco. Altri immaginàrono vulcani sotterranei che colle loro conflagrazioni invisìbili scuotèssero ed agitàssero i paesi sovrastanti: altri pensàrono che fuori dalla nostra vista, nei ciechi bàratri della terra, succedèssero grandiosi scoscendimenti, e massi della proporzione delle montagne si sprofondàssero in quegli abissi: il rumore prodotto da tonfo così fatto scuoteva la terra e propagàndosi per mezzo della crostra terrestre vi produceva le onde, come avviene di qualunque

(*) *Gerusalemme liberata, Canto IV, Stanza III.*

altro corpo quando è in vibrazione sonora. Poi vi fùrono ben anche alcuni naturalisti che, poco soddisfatti di tutte le ipòtesi immaginate, ricòrsero per ùltimo espediente all' esplicatore universale dei fenòmeni ribelli, attribuendo anche il terremoto ad una qualche azione misteriosa di elettro-magnetismo.

E poichè quanto ora dissi potrebbe molto a ragione èssere sospettato d' inesattezza mentre parrebbe che, mancando io quasi d'ogni libro, non dovessi aver la possibilità di tener dietro ai progressi scientìfici, metterò sotto gli occhi de' mièi lettori quanto su questo propòsito tròvasi scritto nella Sismopirologìa dell' ègregio Prof. Geròlamo Boccardo, libro uscito in Gènova colla data recentìssima dell'anno 1869. Ora il dottìssimo Boccardo non può cadere nel sospetto di non conòscere o di non riferire nel suo esteso trattato dei terremoti quanto di meglio venne detto e professato nell' argomento. Ebbene ecco quali sono le sue conclusioni (*).

» Riassumendo adunque il sin qui detto, le cognizioni nostre sulle cagioni dei terremoti e sul complesso dei fenòmeni che detèrminano ed accompàgnano queste sinistre convulsiòni della natura, sono (bisogna pur confessarlo) molto imperfette finora. Ciò che vi ha d' indubitàbile si è l' ìntimo rapporto che passa fra le càuse che prodùcono i terremoti e quelle che dànno orìgine ai vulcani ed alle vulcàniche eruzioni. La prossimità inoltre delle zone terrestri, sulle

(*) Boccardo. *Sismopirologia*, pàg. 166 e seguenti.

» quali l'azione sìsmica è più enèrgica e più frequente,
» ai grandi bacini marìttimi, è anch'essa un fatto troppo
» accertato e di un òrdine troppo generale, perchè sia
» lècito allo spìrito induttivo della scienza il dargli un
» caràttere meramente accidentale e secondario ».

» È del pari più che probàbile che le càuse mi-
» steriose le quali prodùcono sia le combustioni vul-
» càniche, sia gli scuotimenti sìsmici, àbbiano la più
» stretta relazione con l'elettricità e col magnetismo
» terrestre, due forze che, a loro volta, sono così inti-
» mamente collegate a quella del calore. Noi sappiamo
» che correnti elèttriche e magnètiche pàssano conti-
» nuamente, con variàbile attività ed energìa, attra-
» verso ad enormi volumi della massa terrestre, le cui
» diverse parti possièdono molto differenti poteri con-
» duttori. È egli possìbile che quelle correnti, costrette
» a traversare masse poco cónduttrici, a grandi profon-
» dità, in certe formazioni, detèrminino l'ignizione delle
» materie che incòntrano? Non può egli accadere che,
» in quelle gigantesche sotterranee boccie di Lèida,
» l'elettricità si accùmuli ed arrivi ad uno stato di
» straordinaria tensione, capace di produrre le più
» enormi conflagrazioni? Tra le grandi linee dell'atti-
» vità vulcànico-sìsmica, e le linee isogòniche, isocli-
» niche ed isodinàmiche del terrestre magnetismo, non
» esiste ella forse una certa relazione? E le prime di
» queste linee non sono esse sensibilmente normali alle
» curve superficiali di eguale intensità magnètica? Uno
» sguardo comparativo alle carte magnètiche di Gauss

» ed alle mappe dell' attività sìsmico-vulcànica, trae e
» quasi dirèi sforza la mente a queste ardite congetture ».

» Dall' altra parte, i nòbili studi di Sabine e di
» Secchi e di altri grandi uòmini hanno posto in sodo
» l'esistenza di profonde, tuttochè non compiutamente
» determinate, correlazioni tra le variazioni della elet-
» tricità e del magnetismo terrestre, ed alcuni grandi
» fenòmeni astronòmici, e sopratutto le macchie solari.
» Per guisa che, quando gli sperati progressi delle
» scienze riuscissero, da una parte, a chiarire una di-
» retta connessione, e forse un rapporto di causalità,
» fra le forze elettro-magnètiche e l' azione plutònica,
» e, dall' altra, ad assegnare le leggi giusta le quali
» quelle forze medèsime sono modificate dai movimenti
» della terra e dai fenòmeni della fìsica solare, i vul-
» cani ed i terremoti cesserèbbero allora di èssere con-
» siderati siccome misteriose e fortùite perturbazioni,
» e rivestirèbbero invece il caràttere di altrettanti anelli
» della grande immensa catena di fatti, in cui si risolve
» la vita dell'universo. Il famoso *nil saltatim in natura*
» troverebbe la sua applicazione anche alle crisi in ap-
» parenza più violente e più accidentali; e noi saremmo
» in possesso di una prova di più di quella suprema
» unità e semplicità di organamento della màcchina
» del mondo, alla quale sèmbrano accennare dalle più
» diverse parti i recenti progressi di tutti i rami della
» umana enciclopedia ».

Articolo XII.

Èpoche geològiche.

La càusa delle èpoche geològiche deve èssere un grande fenòmeno intermittente — Legge probàbile delle intermittenze volcàniche — Fenòmeno volcànico intermittente anteriore all'organizzazione del vulcano — Formazione di rocce plutòniche stratificate o schistose — Modo di consolidarsi degli antichi mari di liquido terrestre — Formazione del carbon fòssile — Serie di mutazioni a cui dovette soggiacere una regione qualunque — Sterminio periòdico di tutti gli èsseri viventi — Làzzaro Moro — Doppia origine dei materiali delle rocce stratificate — Qual'è il fenòmeno che segnò i confini delle èpoche geològiche — Obbiezioni contro il principio geològico delle *càuse attuali* — I fenòmeni geològici sono tutti transitorj.

307. Le èpoche geològiche, cioè quèi fatti che mutàrono l'aspetto della terra dando origine ad un nuovo òrdine di cose, sono manifestamente in rapporto colla formazione delle grandi catene di monti. Per altro è probàbile che ciascuna grande catena di monti, considerata in unione al piedestallo su cui si asside, il quale qualche volta per le appendici che getta nel mare òccupa un'estensione veramente smisurata, abbia, durante la sua formazione, attraversato il periodo di molte èpoche geològiche. I fatti a cui queste si dèvono, si ripetèrono a varie riprese, con intervalli di straordinaria lunghezza, eppure se i detti fatti hanno fra loro un qualche legame, come non se ne può dubitare, bisognerà ammèttere che costituiscano nel loro complesso un fenòmeno dotato in altìssimo grado del caràttere dell'intermittenza.

308. Ora se noi prendiamo ad esaminare l'intermittenza delle conflagrazioni vulcàniche, troviamo che la durata deve avere un qualche rapporto colla quantità di materia di cui è costituito il vulcano, ovvero colla sua mole. Ne' miei più piccoli esperimenti, pei quali la materia era tutta contenuta in un recipiente emisfèrico di 10 centìmetri di diàmetro, le intermittenze duràvano poco meno di tre minuti secondi, mentre invece quando la materia bastava a riempire un recipiente emisfèrico di 50 centìmetri, le intermittenze prolungàvansi fino ad un mezzo minuto.

I due tempi accennati stanno fra loro molto prossimamente come le radici quadrate dei due volumi. Appoggiàndoci ad uno studio sperimentale praticato entro limiti sì poco estesi non si ha davvero il diritto di asserire che una tal proporzionalità sia l'espressione di una legge generale. Però se questa legge si ammette, e si ammetta in pari tempo un principio molto razionale e che anch' esso è confermato dagli esperimenti, cioè che nei diversi vulcani il nùmero totale delle conflagrazioni, la durata media d'ogni conflagrazione e la durata media d'ogni riposo, siano tre quantità che si consèrvino sempre l'una rispetto all'altra nello stesso rapporto, se ne dedurrebbe come legìttima conseguenza un fatto di cui trovài la conferma in tutti gli esperimenti finora praticati, cioè che la durata della vita d'un vulcano è proporzionale alla quantità di materia di cui il vulcano stesso è costituito. E non si può mèttere in dubbio che l'esistenza di quella legge non trovi in questa

combinazione di fatti un molto vàlido appoggio. Assumèndola come vera ne seguirebbe che quando la materia vulcànica riempisse un recipiente emisfèrico del diàmetro di cento metri, le intermittenze durerèbbero un giorno intero, e quando il detto diàmetro diventasse di 40 chilòmetri le intermittenze durerèbbero più di venti anni.

309. Ora s'intende perchè vi siano state nel Vesuvio e nell'Etna intermittenze che duràrono più di un sècolo, e s'intende del pari, come nei grandi vulcani alla cui formazione cooperàrono interi mari di lìquido terrestre, le intermittenze si dèbbano valutare a molte decine di sècoli. D'altronde nel lìquido vulcànico comìnciano a manifestarsi fenòmeni intermittenti anche prima che il vulcano abbia incominciato sovr'esso ad organizzarsi. In mezzo alle continue fluttuazioni a cui il detto lìquido è in preda, lo si vede di quando in quando gonfiarsi notabilmente, e guadagnare per qualche tempo un livello molto elevato. Ciò succede nel lìquido de' mièi esperimenti, come fu notato a *pàg.* 184, e ciò si manifesta sopra una scala assài grandiosa nel lago di lava del Kilauèa. Questo fenòmeno è della natura stessa di quello delle eruzioni, e le intermittenze in entrambi i casi dèvono seguire la stessa legge ed avere la stessa durata. Ecco pertanto che cosa deve èssere avvenuto allorchè incominciàrono a consolidarsi i grandi mari di lìquido terrestre.

310. Il mare infuocato portava già sul suo dorso le materie da esso rigèttate che vènnero a galla a formar gli strati di epurazione, ed anche grandi cùmuli di

materie pure stratificate provenienti dai guasti e dai depòsiti fatti dalle acque. In virtù delle sue fluttuazioni esso faceva continuamente oscillare nel senso verticale tutte le materie sovraincombenti le quali, dopo che al di sotto, a spese di lìquido consolidato, èrasi formata una crosta rìgida, portate in alto dal grande rigonfiamento, non seguìvano più per intero il moto del lìquido nel suo ritirarsi; ma restàvano in gran parte sospese a qualche distanza al di sopra di esso, ove èrano sostenute da immense dighe e da innumerèvoli pilastri che si èrano formati nel seno del lìquido, e che nel ritirarsi di questo restàrono sporgenti al di sopra del nuovo livello. Tra il lìquido e la crosta rimàsero spazj vuoti di diversa grandezza: dove era pìccola la distanza e tanto elevata la temperatura che l'acqua non vi si potesse trovare fuorchè allo stato di vapore, il lìquido colle sue continue fluttuazioni tornava a contatto della superficie inferiore della crosta, e poi l'abbandonava per ritornarla ben presto a visitare, e così seguitando, ad ogni volta lasciava aderente a quella superficie una pìccola parte di sè stesso, la quale durante il distacco del lìquido si consolidava, e in simil guisa la crosta andava ingrossando al di sotto per innumerèvoli sottilìssimi strati di materia di orìgine veramente plutònica. Tale deve èssere stato il modo col quale si formàrono i graniti stratificati, e tale deve èssere stata la càusa della struttura schitosa dei gneiss e dei micaschisti.

311. Soprayvenendo dopo lunghìssimo intervallo una nuova grande oscillazione del lìquido, tutta l'immensa

crosta, resa dapprima protuberante, veniva schiantata da' suòi punti d'appoggio e riportata più in alto, d'onde, seguendo il moto del liquido tornava poi a discèndere, finchè le sue diverse parti, per la particolar disposizione dei sostegni, non si fòssero riposte in quiete, rimanendo sospese ad altezze diverse.

Alcuni fatti geològici importantìssimi, come la formazione del carbon fòssile e la giacitura del terreno che lo contiene, ci assicùrano che il modo originario di consolidazione dei grandi mari di lìquido terrestre è stato veramente vulcànico, come fu descritto; cioè che quel grandioso lavoro dovette andar soggetto alle lunghe interruzioni che distìnguono i lavori vulcànici dai lavori plutònici e fòrmano il caràttere speciale dei primi. D'altronde i mièi vecchi esperimenti plutònici, dove io nei primordj del lavoro trovàva difficoltà pressochè insormontàbili ad impedire le interruzioni d'ìndole vulcànica, avrèbbero già dovuto da lungo tempo, il che non fu, rendèrmene accorto. Infine oltre alle osservazioni ed agli esperimenti concorre il ragionamento a dimostrare la medèsima tesi; poichè nei lavori disordinati di un gran mare di lìquido plutònico che comincia a consolidarsi, specialmente poi se, com'era il caso della terra, immensi cùmuli di materie estranee ad esso, riposàvano sul suo dorso e colle diverse resistenze gli turbàvano la regolarità de' movimenti, non si vede esistere, nè si vede che facilmente potèssero prodursi, quelle particolari condizioni che rèndono continuo, lento e regolare il lavoro del liquido, cancellando tùtte le

tracce delle lunghe interruzioni. Siamo dunque tratti inevitabilmente ad ammèttere che per lungo tempo nei suòi primordj il lavoro di consolidazione dei grandi mari di liquido terrestre fu di natura vulcànica e che quindi esso compièvasi a sbalzi e con interruzioni d'ogni fatta, alcune delle quali, avuto riguardo all' immensa mole del liquido ch'era in azione, dovèvano prolungarsi per tempi assài lunghi, valutàbili, come si è fatto osservare di sopra, a perìodi di diecine di sècoli. È soltanto verso il tèrmine del lungo periodo della consolidazione, allorquando il gran vulcano sotterraneo aveva co' suòi lavori intermittenti, dopo infinite oscillazioni, già fissata stabilmente l'altezza delle diverse regioni, che nelle ùltime grandi spaccature le quali rimàsero aperte secondo le linee più elevate dell' immensa protuberanza formata, potèrono generarsi quelle reti di materia solidificata che colle resistenze opposte ai moti violenti del liquido ne temperàvano gl' impeti, e finivano per rèndere il lavoro regolarìssimo e perfettamente plutònico. Pertanto da quelle ùltime grandi spaccature sòrsero al di sopra del continente rialzato le catene di monti che fùrono il coronamento dell' òpera, e che si dovrèbbero considerare come l'ùltimo lavoro plutònico di un immenso vulcano.

312. Varj fatti geològici ben constatati e ancora oscuri tròvano una fàcile spiegazione nelle secolari intermittenze di lavoro a cui dovèvano andar soggetti que' smisurati vulcani. La crosta e i terreni sedimentari depositati sovr'essa fùrono nella fase dell'espansione

del liquido sollevati al di sopra del mare, e in tal posizione da esso sostenuti fino al sopraggiùngere della contrazione, dopo di che per càusa di questa, tornàrono a sprofondarsi nel mare, eccettuate però quelle regioni che non potèrono seguire il liquido in tutto il suo movimento di ritirata per motivo degli impedimenti di cui si è parlato di sopra. Queste regioni si copèrsero di foreste le quali pel calore, l'abbondanza dell'umidità e il molto àcido carbònico, circostanze assài propizie alla vegetazione, dovèvano crèscere rigogliose e lussureggianti. Passàrono molti e molti sècoli prima che il liquido rientrando di nuovo in piena fase di espansione risalisse all'antica od a maggiore altezza, recàndovi tutta la crosta, comprese le regioni di sopra accennate che schiantò dai sostegni, rendèndole galleggianti e obbligàndole nel suo ritiro a seguirlo e quindi a innabissarsi di nuovo in gran parte sotto le acque del mare. Ivi i vecchi àlberi si copèrsero di sedimenti, e quando poi questi per nuova espansione del liquido uscìrono anch'essi dall'acqua si rivestìrono di una nuova vigorosa vegetazione, che fu inghiottita anch'essa più tardi dal mare, ed inviluppata da nuovi depòsiti nettùnici i quali emèrsero alla loro volta e così di sèguito, finchè numerose foreste cresciute le une al di sopra delle altre e successivamente sepolte nel mare e inviluppate da depòsiti terrosi, potèrono per la lunga azione dell'umidità e del calore convertirsi in quèi potenti banchi di carbon fòssile i quali ora vèngono considerati come la principal ricchezza dei terreni che li contèngono. Delle foreste

onde tutte le antiche terre emerse dal mare èrano rivestite, soltanto una piccolissima porzione trovò le circostanze opportune per potersi convertire nel prezioso combustìbile sovraccennato. Le altre porzioni, o rimaste fuori dall' acqua, o venute a contatto del lìquido terrestre, subìrono altri processi di decomposizione e dièdero orìgine a differenti prodotti; tra i quali per l' abbondanza e l'utilità primèggiano i bitumi di cui intere formazioni di rocce sono imbevute a saturazione e gli olii minerali di cui in alcune località della terra si tròvano immensi depòsiti. Dirò infine come sia cosa frequente il ritrovar nelle pietre, e perfino nelle più dure, compatte ed omogenee, qualche traccia di carbone, come nel quarzo affumicato, od altri segni delle svariate trasformazioni che ha dovuto sopra grandissima scala subire quel fitto rivestimento vegetale di cui s'era pomposamente adornata la vèrgine terra.

313. Ora le dette oscillazioni del lìquido che si compièvano a lunghissimi intervalli di tempo, trovàvano da una volta all'altra la crosta che tentàvano di smuòvere in condizioni di resistenza affatto diverse. Dapprima cedeva per intero; dopo divenuta più compatta e più stàbile ai lìmiti esterni, dove anche le percosse del lìquido èrano più dèboli, quivi resisteva, e proteggèa con una stàbile corona di alture le parti interne le quali continuàvano ad oscillare col lìquido e lo seguìvano nei suòi movimenti di discesa, cadendo ancora al di sotto del livello del mare il quale le copriva colle sue acque e trasformava quella regione in una spècie di golfo

interiore o di seno protetto tutt' all' ingiro dalle alture nominate. Abbiam detto che ad ogni nuova oscillazione il circuito della crosta centrale che continuava ad obbedire agli impulsi del lìquido andava sempre più limitàndosi, ora diciamo che col diminuire della porzione di crosta mòbile, diminuiva anche la sua mobilità, epperò l' ampiezza delle escursioni doveva anch' essa di mano in mano diminuire. Doveva pertanto giùngere il tempo in cui anche la parte di crosta sprofondàntesi arrestàvasi ad una stazione superiore al livello del mare, talchè le sole acque che potèvano innondarla o travagliarla èrano quelle che discendèvano dal cielo o dalle alture che tutt'intorno la recingèvano; e così lo stesso luogo ove dapprima dominava il mare senza confini, dopo, fu la sede di un sèmplice seno di mare, poi fu occupato e solcato dalle acque dolci, e si trasformò in un bacino lacustre.

314. Il fatto che si verificàrono nelle aree continentali queste grandi oscillazioni a lunghi intervalli di tempo, mentre fra l' una e l' altra avèvano luogo quasi con continuità mille oscillazioni minori, è riconosciuto anche dai geòlogi, e lo si può vedere con tutte le sue particolarità caratteristiche descritto e messo in chiaro dallo Stoppani nella sìntesi stòrico-stratigràfica ch'esso molto dottamente sviluppa nel Capo XXXI del secondo volume dell'òpera varie volte citata. Dunque in quanto alla qualità dei fatti siamo pienamente d'accordo, e in quanto alla càusa che li ha prodotti, la quale è riposta nelle grandi oscillazioni tramezzate da numerose oscillazioni

minori, a cui vanno soggetti i liquidi vulcànici nei primordj della loro consolidazione, era possìbile il sospettarla o l'indovinarla, ma impossibile affatto il rènderla manifesta ed evidente senza l'ajuto degli esperimenti.

315. Nei lunghi riposi a cui andava soggetto il poderoso vulcano le piante e gli animali si moltiplicàvano sulla terra e nelle acque; ma ad ogni volta che il colosso destàvasi e riprendeva il lavoro, ne risentìvano gli effetti la terra e il mare e cambiàvano aspetto. Da tutti gli spiragli del vulcano sopra un'immensa estensione, uscìvano turbinosamente cèneri e lapilli infocati: l'acqua, entro cui scaricàvasi la maggior parte di queste dejezioni, riscaldàvasi e diventava bollente, e tutti i suòi abitatori dovèvano necessariamente perire: nè gli abitatori dell'acqua offerti in olocausto al mostro divoratore bastàvano a satisfarne la sfrenata ingordigia; anche i viventi terrestri dovèvano cadere sue vittime, chè nessuno poteva resìstere agli ardori che emanàvano dalla sotterranea fornace ed alle pioggie diluviali di acque bollenti. Il globo pertanto rifacèvasi muto e deserto, ed era da ascrìversi ad una fortunata eccezione se qualche individuo riusciva a sottrarsi vivente all'universale sterminio. E gran tempo doveva scòrrere avanti che le cose riprendèssero il corso normale di prima, e che nuove generazioni di piante e di animali, frutto dell'inesausta fecondità del pianeta, sorgèssero ad occupare la casa abbandonata. E infrattanto le acque del mare perennemente agitate lavoràvano a dispèrdere uniformemente su tutta l'ampiezza del loro letto i

materiali incoerenti che in copia strabocchèvole èrano stati vomitati dalle innumerèvoli bocche dell'immenso vulcano. E così sovrapponèvasi agli strati veramente nettùnici ricchi di spoglie fòssili, come lenzuolo mortuario, un cùmulo di nuovi strati di origine vulcànica, esenti affatto, se non che per qualche avventurosa eccezione facilmente spiegàbile, da ogni impronta che ricordi la vita. Ripopolàtasi la terra, sovra questi si depositàrono altri strati nettùnici ricchi di fòssili; ma ridestàtosi ancòra il vulcano, e colle sue cèneri ardenti sterminati un'altra volta tutti gli èsseri vivi, si depositàrono altri strati privi di fòssili, e l'alternanza tante volte si succedette, quanti fùrono i grandi commovimenti ai quali il vulcano generatore dei continenti nei primordj della sua vita è andato soggetto.

516. Vèdesi come anche pel fatto ora descritto io lavori a ricondurre la geologìa verso i principj tanto sagacemente proclamati circa un sècolo fa dal nostro insigne Làzzaro Moro.

Il chiaro Signor Dottore Pierviviano Zecchini pubblicò recentemente una dottìssima illustrazione delle òpere di Làzzaro Moro, la quale per la cortesìa dell'autore giunse anche a mia conoscenza. Fui davvero maravigliato nel vedere come varj dei fondamentali principj della geologìa, di cui la constatazione è gran parte della gloria dei geòlogi moderni, fòssero già stati con rara perspicacia intravveduti, dottamente discussi, e saldamente stabiliti per òpera di questo nostro grande italiano, di cui gli scopritori delle medèsime cose, venuti

di poi, non citano nemmeno il nome. Io non accuso questi di mala fede, nel qual caso dovrèi io stesso dichiararmi colpèvole, non avendo fatto diversamente da tutti gli altri. Il male ha le sue radici in una buona qualità del caràttere degli italiani che spinta all'eccesso produce cattivi frutti. Noi non siamo portati a millantare i nostri mèriti in faccia agli stranieri, e abbiamo maggiòr fiducia nelle importazioni dall'èstero che nelle nostre produzioni. Ciò fino a un certo lìmite stà bene; è segno di modestia e di ànimo cortese; ma spinto all'eccesso degènera in colpèvole incuria ed in un'apatia vituperèvole. Va bene il non esagerare il valore delle cose nostre: va male il non apprezzarle a dovere, il non curàrsene e il dimenticarle. Ciò avvenne per le òpere insigni di Làzzaro Moro. Siamò stati noi che le abbiamo lasciate cadere in un' ingiusta dimenticanza, ed ora dobbiamo far plàuso all'egregio Zecchini d'avèrcele richiamate alla memoria ed èssergli grati dell'òpera sua riparatrice.

517. Non dico che il Moro debba tenersi come una guida infallìbile, nè che mai si sia discostato dalla verità; ma sostengo che è già per lui un grandìssimo mèrito, stante l'època e l'ambiente in cui viveva, d'avere assài spesso colpito nel segno, e d'avere avuto qualche parte di ragione anche là dove gli studj posteriori dimostràrono ch'ei s'era sbagliato. E un bell'esempio di ciò possiam riconòscerlo nel fatto ch'esso sostenne vigorosamente che fosse vulcànica la provenienza di tutte quelle materie terrestri che incoerenti o compatte si

tròvano l'una sull'altra addossate in tante falde parallele a costituire le rocce stratificate. Vide i piccoli vulcani ancora esistenti, nelle loro conflagrazioni gittar fuori immense quantità di materie incoerenti, come sono le cèneri e i lapilli, e ne dedusse che quantità molto più grandi dovèvano èssere state emesse dagli innumerèvoli vulcani antichi, e a questo modo secondo lui avèvano dovuto avere orìgine tutte le materie formanti gli strati terrestri. I geòlogi che vènnero dopo di lui, avendo accuratamente studiata la disposizione dei fòssili nell'interno degli strati che ne sono ripieni, fùrono tratti a stabilire che l'accumulazione di quèi materiali fosse il frutto dell'erosione delle acque, ed assegnàrono agli strati una provenienza esclusivamente nettùnica, ripudiando interamente l'ipòtesi messa innanzi da Làzzaro Moro. Ora è il tempo di riconòscere che se il Moro si sbagliò, si sbagliàrono del pari anche i geòlogi, perchè da ambe le parti si possedeva mezza la verità, e da ambe le parti si uscì di strada sostenendo di possederla tutta intera. Ormài nessuno vorrà negare che gli strati entro i quali si tròvano costipate le spoglie fòssili d'innumerèvoli viventi non sìano stati preparati per l'òpera dell'acqua, e non sìano da considerarsi come depòsiti nettùnici; ma nello stesso tempo bisognerà che tutti convèngano che quegli strati i quali sono affatto privi di fòssili dèvono avere avuto un'orìgine differente. E infatti come potrèbbero quelle materie èssere interamente prive di fòssili se non si fòssero depositate quando la terra, vedovata d'ogni vivente, trovàvasi convertita

in un muto deserto? D'altronde se le dette matèrie non èrano esse medèsime, per qualche circostanza particolare, sterminatrici degli èsseri viventi, non si potrebbe intèndere il rapporto che lega la loro apparizione colla disparizione d' ogni sorta di vita. Tutto invece chiaramente s'intende qualora si ammetta che quelle materie sìano uscite dalle numerose bocche del grande vulcano sottomarino, perchè, in virtù dell'altìssima temperatura di cui èrano dotate, avranno dovuto rèndere bollenti le acque del mare, col qual fenòmeno va necessariamente congiunto quello dello spegnimento d'ogni vita non solo nel seno delle acque, ma ben anche sulla superficie di tutte le terre vicine. Ed ecco come io mi immàgino che le cose àbbiano proceduto.

318. Allorchè nella contrazione del lìquido grandi porzioni della crosta terrestre trovàronsi da esso distaccate per la interposizione d'immense caverne, in queste dovèvano necessariamente penetrare le acque e quindi il mare dividersi in due grandi parti, il mare libero esterno e il mare sotterraneo sovrapposto immediatamente al lìquido terrestre. Il mare interno, relegato nell'oscurità e dotato di troppo intenso calore, non poteva albergar nel suo seno alcun èssere vivo, e ciò mentre la vita dispiegàvasi rigogliosa nel seno dei mari esteriori e delle terre, dove poteva prosperare al favore di una blanda temperatura ed al sorriso fecondo della luce. Le acque correnti trasportàvano continuamente nei mari esteriori il tributo delle loro rapine, che si congiungeva alle erosioni fatte dai mari medèsimi per fornire i

materiali degli strati fossìliferi che andàvano tranquillamente depositàndosi sul fondo. Intanto i materiali delle erosioni fatte dai mari interiori, tenuti in continuo movimento dalle esalazioni gasose del sottoposto liquido vulcànico, andàvano continuamente in essi accumulàndosi, rendèvano l'acqua limacciosa e finìvano a convertirla in una specie di fango. Allorchè poi, ridestàndosi l'attività del vulcano, il liquido era tratto irresistibilmente a salire, le prime materie e molto spesso le sole che traboccàvano da tutti gli spiragli dovèvano èssere i mari d'acque bollenti, o i mari di fango arroventato ch'èrano stati per tanto tempo nascosti nelle viscere della terra, nati e cresciuti fra gli ardenti amplessi del sottoposto vulcano. Ecco adunque come per la mescolanza delle acque esteriori con quelle che sbucàrono dagli abissi della terra, i mari limpidi e tranquilli che èrano il domicilio d'infinite generazioni di viventi, fùrono turbati e sconvolti dalle ime sedi fino alla superficie, e in mezzo all'uragano che si destò e pel calore ardente di cui vènnero investiti, tutti gli èsseri viventi dovèttero soccòmbere, e poi ristabilitasi la quiete, ma non ancor sorte le nuove generazioni in quel mare vacuo e desolato dovèttero depositarsi le materie di nuovo acquisto che fùrono la cagione del grande scompiglio e così dare origine a strati sprovveduti di qualunque segno che attestasse la esistenza della vita.

Facèndoci ora a considerare come i grandi vulcani terrestri che modellàrono i continenti e coll'ùltimo sforzo della loro attività fabbricàrono le montagne, fòssero più

d' uno i quali lavoràvano bensì seguendo le medèsime norme ma compiendo le loro fasi in tempi diversi, ne dedurremo che sebbene su tutta l'ampiezza della terra pare che siasi prodotta a presso a poco l'idèntica serie di fenòmeni geològici, pure dovèvano èssere spesso assài differenti i fenòmeni che si producèvano contemporaneamente nelle diverse regioni. Gli ùltimi studj dei geòlogi li portàrono a mèttersi pressochè d'accordo in questa opinione.

Se le cose avvènnero come accennài, le così dette èpoche geològiche, al succèdersi delle quali cambiàrono quasi interamente la fàuna e la flora terrestri, dovrèbbero èssere in una strettìssima relazione coll'apparizione dei grandi depòsiti privi di fòssili, e il vero nùmero di quelle èpoche o delle grandi catàstrofi della terra dovrebbe èssere corrispondente al nùmero dei depòsiti stessi.

319. Pertanto nel consolidarsi degli ampj mari di lìquido terrestre ond'èbbero origine i continenti, cessate le prime ondulazioni della crosta sottile la quale essendo lìbera e galleggiante sul lìquido teneva dietro ai movimenti di questo, saldàtasi e irrigidìtasi la crosta a' suòi lìmiti estremi dapprima e poi più tardi sempre più verso il mezzo; restava ancora di quella immensa superficie una grandìssima porzione che continuava ad obbedire ai moti del lìquido, e questa che sporgeva al di sopra del livello àntico e generale della crosta primitiva fu quella che dopo le vicende descritte finì per convertirsi nei continenti attuali. Al giorno d'oggi il lìquido terrestre si è in gran parte consolidato e i terreni rialzati

a costituire i continenti sono diventati pressochè stàbili, non essendo più soggetti che a qualche lieve movimento di ascensione o di discesa, che ha bisogno d'èssere tenuto d'occhio per una lunga serie di anni onde rèndersi sensibile. Di questi movimenti ho messo in chiaro la càusa, ed ora è noto che sàlgono quèi paesi al di sotto dei quali è ancora imprigionato un resto di lìquido che va lentamente consolidàndosi, e invece discèndono quegli altri paesi al di sotto dei quali non v'è più lìquido terrestre, o se pure ve n'ha, l'espansione prodotta dal procèdere della consolidazione è vinta dalla contrazione che subisce, pel procèdere del raffreddamento, la parte già consolidata. Vèdesi pertanto che delle càuse geològiche antiche alcune hanno cessato di operare e le altre, che ancora dùrano assài svigorite, cesseranno di operare dopo un tempo che può crèdersi lunghìssimo ma che pure anch'esso dovrà consumarsi.

Ciò è in diretta contraddizione col principio così detto delle *càuse attuali* adottato con entusiasmo da quasi tutti i naturalisti; poichè, se a produrre i fenòmeni geològici antichi non avèssero lavorato altre càuse che le attuali, sarebbe a crèdersi che le càuse attuali dovèssero conservarsi sempre vigorose anche per l'avvenire onde produrre i fenòmeni geològici futuri. Allora i fenòmeni geològici non potrèbbero camminare in linea retta ed èssere progressivi, bisognerebbe che giràssero a circolo e che continuamente si riproducèssero.

320. Invece io credo d'avere abbastanza sodamente dimostrato che tutta la geologìa è riposta nelle fasi

successive di un gran fenòmeno di consolidazione e di raffreddamento, fenòmeno che ha avuto il suo principio, il suo sviluppo e che avrà il suo fine. I fenòmeni geològici per conseguenza sono tutti transitorj, fanno la loro comparsa, percòrrono la loro òrbita, e poi spariscono per sempre. In altri tempi dominàrono terremoti violentissimi in paesi che ora gòdono della màssima quiete, e verrà il giorno in cui cesserà affatto il terremoto anche in quèi paesi che ora ne sono in un modo speciale bersagliati. Moltìssimi vulcani si sono spenti, gli altri si spegneranno tutti, nè è da crèdersi, come alcuni pènsano, che un vulcano spento sia destinato a risòrgere. Quando le montagne si formàvano, forze geològiche, di cui ora non v'è quasi più alcuna traccia, vi lavoràvano con grande intensità. E quèi lievi movimenti del suolo, per cui per es. la Svezia e la Sicilia sàlgono lentamente, la Norvègia ed altri paesi lentamente vanno deprimèndosi, sono destinati a cessare anch'essi; cosicchè allora le varie regioni della terra avranno raggiunto il loro stàbile assetto. Avviene adunque che dei grandi movimenti geològici i quali anticamente dominàvano su tutta la superficie del globo ora non vi son più che pochi e dèboli segni, e un tempo verrà in cui anche questi saranno interamente cancellati. Epperò le forze geològiche dotate originariamente di una straordinaria energìa, quando incominciò a consolidarsi il liquido terrestre; adempito l'incàrico che ad esse fu affidato, si troveranno affatto esaurite quando i prodotti dell'accennata consolidazione saranno interamente raffreddati.

Abbiamo visto come i germi di tutti i fenòmeni geològici di cui ci siamo occupati, sìano stati deposti sulla terra durante il perìodo tellùrico precedente, e come tutta l' attività geològica si sia spiegata a spese di forze le quali anch'esse fùrono rinchiuse nel lìquido terrestre prima che cominciasse a svòlgersi il perìodo tellùrico attuale. Esaurite quelle forze, compiuti quèi fenòmeni, la vita geològica alla superficie del nostro pianeta dovrebbe èssere spenta per sempre, ma intanto il perìodo tellùrico attuale che va lentamente avanzàndosi, sta preparando tutti gli elementi di una vita geològica affatto nuova, la quale si compirà in un modo non molto dissìmile dal descritto, ma con materiali interamente diversi. L'uomo, gli animali e le piante del perìodo tellùrico attuale saranno diventati una specie di mito per gli abitatori del globo, che saranno destinati ad assistere in un lontanìssimo avvenire allo svolgimento della vita geològica futura.

SEZIONE PRIMA

SOTTO-SEZIONE SECONDA

SOTTO-SEZIONE SECONDA

VULCANISMO ITÀLICO

321. Ad esaurire l'argomento che mi propongo di svòlgere nella presente sotto-sezione, bisognerebbe far rivìvere davanti ai lettori tutti i fenòmeni di vulcanismo che si manifestàrono nella nostra penìsola dall'època antica della sua prima orìgine fino ai nostri giorni. È un gran poema di cui non si pònno pòrgere che alcuni brani staccati. Nel quadro ch'io m'ingegnerò di abbozzarne, oltre alle mancanze necessariamente imposte dalla insufficienza dei dati, si troverà omesso tutto ciò che si riferisce al vulcanismo delle provincie Vènete, le quali non mi fu per anco possìbile di visitare.

SEZIONE I. SOTTO-SEZIONE II.

CAPO PRIMO

VULCANISMO ITÀLICO TERRESTRE

Articolo I.

Formazione dei continenti.

Rapporti fra la geografia attuale e quella del periodo tellùrico precedente — I mari di liquido terrestre occupàrono tutta la terra? — I mari di liquido terrestre èrano contenuti in due bacini distinti? — Analogie tra la disposizione dei mari antichi e quella dei mari attuali — Qual lavoro produrrèbbero i mari attuali se avèssero a consolidarsi? — Dal lavoro che produrrèbbero i nostri mari qual conseguenza si cava circa il lavoro che dèvono aver prodotto i mari antichi? — Modo col quale si formàrono i nostri continenti — Per qual via si può determinare la grandezza dei mari antichi — Confronto tra la grandezza dei mari antichi e quella dei mari attuali — Confronto tra il lavoro effettuato dai mari antichi e quello che potrèbbero effettuare i mari attuali — Presunzioni circa il nùmero approssimato dei periodi tellùrici — I lavori dei mari plutònici si compirono a presso a poco colla stessa libertà come se non vi fòssero state le resistenze delle materie sedimentari sovrapposte.

522. Qual era l'aspetto della terra nel periodo tellùrico precedente? Dov'èrano situate le cavità contenenti il liquido terrestre, dove le regioni sporgenti? Qual era la figura di quèi mari, quale la loro profondità? Se avèssimo queste cognizioni, possederemmo gli elementi

necessarj a rènder ragione dell' attuale geografia: potremmo dire il motivo pel quale i continenti òccupano tanta parte dell'emisfero boreale e tanto poco si estèndono nell' altro emisfero; potremmo dire perchè certe plaghe del mare sono popolatìssime di ìsole e rimàsero tutte le altre desolate e deserte. La formazione delle varie regioni terrestri è un'immediata e diretta conseguenza della consolidazione del liquido terrestre; epperò, studiate sperimentalmente le leggi di queste consolidazioni, l' orografìa della terra, spogliata d'ogni oscurità e d' ogni mistero, dovrebbe tutta potersi spiegare con chiarezza e con precisione. Sfortunatamente queste cognizioni ci màncano; e ci saranno di ostàcolo a poterle in qualunque tempo acquistare, il rinnovamento operato sulla faccia della terra dal cambiamento di periodo tellùrico, l'immensa congerie di rottami, cappa di piombo inamovìbile che involge tutto il globo e finalmente gli inaccessìbili abissi custoditi perpetuamente dalle acque del mare. Ma, se le due succedùtesi geografie si tèngono così strettamente per mano, non ci deve èssere impossìbile il prèndere il problema al rovescio, e, partendo dalla geografia attuale, rinvenir le linee fondamentali della geografìa preceduta.

523. E, mettèndoci per una tal via, la questione che per la prima ci si presenta a discùtere sarebbe la seguente: è egli ammissìbile che il liquido terrestre, quando era pròssimo a consolidarsi, si distendesse senza confini sopra la terra a costituire un ùnico mare che tutta la tenesse sommersa?

Ci farebbe pèndere verso l'affermativa: 1.° Il trovare quasi in ogni luogo smisurati accumulamenti di materiali silicei. 2.° La presenza di qualche ìsola anche nei mari i più deserti, testimonianze ineccepìbili che anche quelle località fùrono occupate dal liquido terrestre. 3.° La mancanza d'ogni reliquia riconoscìbile delle antiche spiaggie di quèi mari consolidati. 4.° Le grandi e, vorrèi dire, sconfinate innondazioni, che per certo dovèttero precèdere il consolidamento di quèi mari.

324. Abbiamo citato varie buone ragioni, le quali però non esclùdono la possibilità del contrario. Se noi ci facciamo a considerare le particolarità presentate dalle nostre terre, il cui sollevamento provenne dalla consolidazione del lìquido terrestre, troveremo ch'esse ci permèttono bensì di crèdere che quèi mari si distendèssero liberamente da un polo all'altro, senza incontrare alcuna barriera che li limitasse; ma c'indùcono a pensare che non succedesse la stessa cosa nel senso trasversale, cioè, camminando a seconda dei paralleli.

Sul nostro globo esistono due continenti distinti, alcune grandi ìsole ed altre minori. Il vecchio continente comprende tutta quella vastìssima estensione di terre, che costituìscono l'Àfrica, l'Europa, l'Asia e le ìsole Oceàniche che ne son come la continuazione e ne fòrmano un'appendice; il nuovo continente comprende le due Amèriche. Un intero continente con tutte le ìsole, che gli fanno corona, può affatto naturalmente considerarsi come il prodotto della consolidazione di un solo mare di lìquido terrestre, ma vi è qualche ragione

per crèdere che un solo mare non abbia potuto, consolidàndosi, dare origine ad entrambi i continenti che esistono sulla nostra terra. Non dico questo, perchè le Amèriche siano separate dal vecchio continente, mentre i due continenti avrèbbero potuto nàscere separati, quantunque figli di un medèsimo mare, e d'altronde, oltre che non sono disgiunti che di un piccolo tratto, la separazione potrebbe èssersi formata dopo il loro nascimento per l'aumentato livello delle acque accumulàtesi in un bacino meno esteso di un quarto di quello di prima. Ciò che ci assicura che i due continenti si formàrono affatto indipendentemente l'uno dall'altro, e quindi per la consolidazione di due mari diversi, è l'època evidentemente assài diversa del loro nascimento. Chi potrebbe mai mèttere in dubbio l'orìgine più recente del continente Americano? Le forze, che prodùcono gli stessi fenòmeni nei due continenti, nell'uno sèmbrano pròssime ad esaurirsi, mentre nell'altro fanno pompa di un'esuberante energia. Gli alvei dei nostri fiumi sono ormài stremati di acqua, mentre quelli dei fiumi americani ne sono ridòndanti. I nostri vulcani hanno per la maggior parte avuto il tempo di spègnersi, mentre i vulcani di Amèrica lavòrano con tutta la vigorìa della gioventù: nel vecchio continente i vulcani supèrstiti sono quasi tutti isolati, mentre nel continente nuovo molti ve ne sono disposti in catene, come se fòssero montagne non ancora compite: i nostri vulcani tuttora esistenti dièdero principio ai loro lavori da tempo immemoràbile, e invece in Amèrica abbiamo avuto il fatto del Jorullo,

che è un vulcano appena nato, essendo uscito dal grembo della terra soltanto nel 1759. Ora, se i due continenti dàtano da èpoche considerabilmente diverse, non è più ammissibile che siano il prodotto d'un ùnico mare. Siamo dunque tratti a supporre l'esistenza di due diversi mari distendèntisi entrambi liberamente nel senso dei meridiani, ma separati fra loro nel senso dei paralleli. La barriera doveva dirìgersi da un polo verso l'altro, seguendo due vie differenti, in modo da divìdere la superficie della terra in due diversi bacini, l'uno assài più ampio, che diede orìgine al continente vecchio, l'altro molto più limitato, che generò il continente americano. Bisogna poi ammèttere che quest'ùltimo si rifacesse colla maggiore profondità, di quanto gli mancava nell' estensione; perchè in altro modo non si saprebbe spiegare il fatto della discordanza nelle èpoche dei due nascimenti.

525. Stabilita la separazione di quèi due mari, nulla ci òbbliga a crèdere ch' essa dovesse èssere assoluta. Potèvano assài bene comunicare fra loro; purchè le comunicazioni non fòssero, nè tanto lìbere, nè tanto estese, che la consolidazione dell'uno dovesse trar seco di necessità la consolidazione dell' altro, e ne patisse l'indipendenza dei loro lavori. Le spiagge di quegli antichi mari potèvano avere avute tutte le stesse irregolarità che contrassègnano le spiagge dei mari attuali; ed anzi è notàbile il fatto che, tra la disposizione degli antichi mari di liquido terrestre e quella dei mari àcquei attuali, dèvono avere esistito strettìssime analogie; il che

si deduce dalla considerazione che, se i mari attuali avèssero a consolidarsi, produrrèbbero due continenti di ghiaccio e varie ìsole, disposte in un modo affatto somigliante alle ìsole ed ai continenti attuali.

Le acque dei nostri mari pòssono liberamente còrrere da un polo all'altro; ma nei loro movimenti trasversali incòntrano l'impedimento dei due continenti, cosicchè, quantunque comunicanti verso il polo antàrtico, si pòssono considerare come distribuite in due bacini diversi a costituire due mari veramente distinti, cioè, quello che bagna le coste occidentali e meridionali del vecchio continente e stèndesi fino alle coste orientali del continente nuovo, e l'altro quello che sta fra le coste occidentali del nuovo continente e le coste orientali del continente vecchio. Il primo comprenderebbe l'Atlàntico, l'Oceàno Indiano e una porzione dell'Oceàno Antàrtico, l'altro comprenderebbe esso pure una porzione dell'Oceàno Antàrtico e tutto il mar Pacìfico.

326. Nell'incertezza, in cui siamo circa la profondità media di questi due grandi mari, a cui attribuiremo senz'altro i nomi di Atlàntico e di Pacìfico, tolti dal mare più considerèvole che di ciascun d'essi fa parte, il primo assài più vasto verrà da noi supposto assài meno profondo.

Ciò ammesso, è chiaro che, se la temperatura della terra si facesse tanto rìgida che i suòi due mari dovèssero totalmente agghiacciarsi, il processo di consolidazione comincierebbe prima nell'Atlàntico e camminerebbe più ràpido che non nel Pacìfico.

Il prodotto dei due lavori, compiuti in èpoche diverse, sarebbe l'elevazione al di sopra del livello antico di due smisurate moli di ghiaccio, che rappresenterèbbero i due continenti del periodo tellùrico futuro. Ed ecco le più salienti particolarità di questi continenti di ghiaccio. Si distenderèbbero assài più nell'emisfero australe, che non nel boreale; avrèbbero i loro punti di contatto o di maggior ravvicinamento, in prossimità del polo antàrtico da cui parrebbe che avèssero preso le mosse. Il più giòvane di questi continenti potrebbe compètere coll'altro in quanto alla lunghezza, ma gli resterebbe di gran lunga inferiore in quanto alla larghezza. Entrambi rivolgerèbbero verso il polo boreale i loro promontorii e le loro parti puntute. Il continente più vecchio, dilungàtosi dall' origine, si separerebbe in due parti, interponèndosi fra l'una e l'altra l'immenso cuneo dell' Àfrica. Probabilmente l' estremità più sporgente verso il Nord riuscirebbe rotta da grandi avvallamenti, cosicchè costituirebbe piuttosto una serie di grandi ìsole, che non una terra veramente continentale. I mari chiusi, come il Caspio, e i mari interni, come il mar Nero ed il Mediterraneo, non darèbbero origine che a produzioni staccate: ìsole più o meno estese, più o meno numerose. I grandi golfi apporterèbbero anch'essi il loro tributo alla formazione dei continenti, facendo da questi spuntare estese regioni peninsulari che si protenderèbbero, come giganteschi promontorii, molto al di là del confine generale, e sembrerèbbero ad essi appiccicati a guisa di grandi appendici. Il golfo Aràbico, per es.,

e il golfo del Bengala avrèbbero estensione sufficiente per dare origine a due penìsole della forma e della grandezza della Spagna e dell'Italia; il che però non toglie che le penìsole, ora nominate, non pòssano avere avuto una provenienza affatto diversa, come si vedrà nell'*Artìcolo* seguente, destinato a mèttere in chiaro l'origine del nostro paese. Scarso affatto, pressochè destituito di terre ghiacciate prominenti, risulterebbe il polo boreale; e ciò in opposizione coll'altro polo, intorno a cui queste regioni di ghiaccio occuperèbbero vastìssime estensioni senza però èrgersi a grandi altezze, essendo proprietà delle formazioni plutòniche di rilevarsi sempre più in generale coll'allontanarsi dall'origine, almeno fin oltre la metà del loro cammino.

327. Tutti questi fatti sono la conseguenza necessaria delle leggi, che govèrnano la consolidazione dei lìquidi plutònici, e pòssono con tutta facilità èssere sperimentalmente prodotti.

Se adunque un nuovo atto di raffreddamento, come è evidente, sarebbe capace di rifare a nuovo tutta la faccia del globo, ricomponèndola con materia nuova, ma con forme affatto sìmili all'attuale, per qual ragione ci ostineremo a crèdere che gli atti di raffreddamento, già certamente avvenuti, non siano stati capaci di produrre sulla superficie della terra coi materiali, che allora èrano lìquidi, l'idèntica serie di fenòmeni, e quindi di modellarla come ora si vede?

I silicati che ora còstituìscono la corteccia sòlida del globo èrano lìquidi, èrano plutònici? Credo che ormài

la sèmplice cognizione dei fenòmeni, presentati dai vulcani ancora ardenti, basti per tòglierci ogni dubbio sulla verità di questi due supposti. Ebbene, si può affermare che i mari di silicati, i quali esistèvano sulla superficie della terra e che poi si consolidàrono, non potèvano consolidarsi senza produrre i continenti, le ìsole, le montagne, i vulcani, e senza lasciar nel seno dei terreni così formati i germi di quegli scuotimenti devastatori, che tanto li sconvòlsero ne' tempi antichi, e che ancora di quando in quando li vìsitano, portando lo spavento nelle popolazioni, che riconòscono nel terremoto una sinistra potenza, a cui nessuna forza umana può mèttere un freno.

E quando vediamo che i più svariati fenòmeni della geologìa dipèndono per un nesso necessario da un'ùnica càusa, la quale è certo che ha esistito e che li ha dovuti produrre, perchè preferiremo di aggirarci nel labirinto delle càuse moltèplici, inventàndone una per ogni caso particolare, la quale, generalmente parlando, val poco per quello e nulla affatto per gli altri casi ad esso affini? La natura, sempre maravigliosa per la sua perfettìssima maestrìa del far molto con poco, avrà forse nel caso della geologìa smentito sè stessa? Se le càuse dei fenòmeni geològici fòssero infatti tanto complicate, come in molti libri si legge, io non potrèi dar torto ai geòlogi d'interpretar la natura nel modo che fanno: ma dovrèi stupir della natura, che tanto fosse uscita dalle sue sòlite vie per compiacere ai geòlogi. Io mi dichiaro per la semplicità; dovessi pure venir compreso tra

coloro, che lo Stoppani condanna nel suo § 58 colle seguenti parole: » Dirò che, siccome la geologìa si ri-
» vela come una grande applicazione di tutte le scienze
» alla scienza della costituzione del globo, deve a tutte
» attingere, tenendo stretto càlcolo di tutte. Penetrando
» l'indole di ciascuna forza, accordando a ciascuna la
» sua reale importanza, non cadremo nell'errore, di cui
» fu vittima la maggior parte dei geòlogi, che creàrono
» dei sistemi, esagerando la potenza di alcune delle
» forze, agenti sul globo, a cui vòllero attribuire tutti i
» fenòmeni geològici, storpiando e sconoscendo quanto
» non poteva conciliarsi col loro sistema ».

528 Ecco pertanto come in virtù della sola forza plutònica, dalla consolidazione dei mari di lìquido terrestre si può crèdere che siansi generati i continenti.

Il più vasto dei due mari ha cominciato pel primo a consolidarsi. La consolidazione da principio procedeva di pari passo tutt'all'ingiro; e il plutonismo, operando, faceva nàscere ai confini di quel mare le prime terre, le quali dovèvano non gran fatto sollevarsi al di sopra dell'antico livello. E noi vediamo che le terre, circostanti al polo Nord, sono antichìssime e non solo spòrgono poco al di sopra del mare, ma una porzione non ne raggiunse nemmeno il livello e non ha potuto emèrgere. Se alcun terreno non si è formato al polo australe, possiam crèdere che il mare, o non giungesse fin là, o non vi avesse che una profondità molto piccola. Dopo cominciàrono a presentarsi anche nelle parti centrali alcuni grandi pezzi di crosta galleggianti, che più tardi

si saldàrono insieme; e frattanto il lìquido, gonfiàndosi, li spingeva sempre più in alto. Così le diverse regioni potèrono recarsi ad altezze diverse.

La formazione dei continenti era come il lavoro d'un immenso vulcano, di cui da principio lo smisurato cratere non aveva altri lìmiti che il continente stesso in istato di formazione. Più tardi le bocche si moltiplicàrono, si elevàrono, e si restrìnsero, finchè non ne rimase aperta che una sola verso il punto più culminante. Cambiando il cratere di posto, potèrono generarsi varie regioni più delle altre prominenti e varie regioni si generàrono sui fianchi, od alla base, in virtù delle così dette eruzioni laterali. Le regioni, che sono attaccate al continente da un lato solo, e che slànciansi coll'intero loro corpo a punti lontani, quali sono per es. la Spagna e l'Italia, pòssono avere avuto orìgine, come già si è fatto osservare, dal lavoro del lìquido terrestre contenuto in qualche gran golfo; ma pòssono anche èssere state il frutto di sterminate eruzioni, avvenute alla base del continente che stava formàndosi; e questo è il modo di formazione ch'io ritengo si debba attribuire alla nostra penìsola e ciò per le ragioni che si vedranno sviluppate nell'*Artìcolo* seguente.

329. Per quanto ci sèmbrino grandi i mari attuali, è certo ch'èrano molto maggiori gli antichi mari di lìquido terrestre. La determinazione di questa grandezza è un problema accessìbile ai nostri mezzi scientìfici, e prevedo vicinìssimo il tempo nel quale si potrà ottenerla con gran precisione. Tutti i dati che occòrrono

sono facilmente determinàbili, ma però non tutti fùrono già determinati. Perciò ad indicare la via, ed a risòlvere il problema almeno con qualche approssimazione, ai dati ancora mancanti mi permetterò di supplire con valori arbitrarj che poco mi pàjano discostarsi dai valori effettivi.

Bisognerebbe conòscere di qual frazione del proprio volume aumenta l'acqua marina, consolidàndosi, e di qual frazione del proprio volume aumentò, consolidàndosi, il liquido terrestre. L'acqua pura subisce l'aumento d'un dodicèsimo; l'acqua del mare pel molto gas disciolto che la rende plutònica, deve aumentare assài più. Io ho buone ragioni per crèdere che il liquido terrestre, consolidàndosi, abbia aumentato di volume più ancora dell'acqua; ma non potendo dichiarare il valore preciso dell'espansione subita, mi accontenterò di supporlo eguale al minimo valore dell'espansione dell'acqua che, come si disse di sopra, corrisponde ad un dodicèsimo.

330. L'altezza media del mare si rèputa di metri 4800, e quindi si ridurrebbe a metri 3600 s'ei si distendesse uniformemente su tutta la superficie del globo e si recasse ad occupare anche quella quarta parte della stessa, da cui è tenuto lontano per l'effetto dei terreni emersi. Epperò, se quest'acqua gelasse, farebbe svòlgere dal suo seno in virtù della forza d'espansione uno strato di ghiaccio, che inviluppcrebbe tutta la terra con uno spessore di metri 300. La media altezza dei continenti al di sopra del mare è valutata di metri 308; il che dà un'altezza media al di sopra del livello

dell' antico mare di liquido terrestre di metri 5108. E poichè le terre emerse non òccupano che un quarto della superficie terrestre, così distese uniformemente su tutto il globo avrèbbero un' altezza di metri 1277. Epperò il mare, capace di produrre per forza di espansione un tale inviluppo, doveva avere su tutta la superficie della terra la profondità di metri 1277 X 12, cioè, di metri 15,324. Considerando poi che nel càlcolo non si è tenuto conto delle terre sollevate, ma rimaste al di sotto dal livello dell'acqua e che pure dèvono costituire un volume assài rilevante, non si correrà perìcolo di esagerare, attribuendo al mare di lìquido terrestre, disteso su tutta la superficie del globo, un'altezza media di 20,000 metri.

331. Sapevamo che l'altezza media dei mari attuali, distesi su tutta la terra, è di metri 3600, e ne abbiamo dedotto che, col consolidarsi, aumenterèbbero di volume per modo da produrre uno strato di ghiaccio dell' altezza di metri 300; sapevamo che lo strato di terre, prodotto sopra tutta la superficie del globo dalla consolidazione dall'antico mare di lìquido terrestre, ha un altezza di metri 1277, e ne abbiamo dedotto che l'altezza media del mare stesso doveva èssere di 20,000 metri; ma le terre emerse non òccupano che un quarto della superficie del globo, epperò in quest'area limitata raggiùngono un'altezza media di metri 5108, e pòrtano la loro cima più eminente ad un'altezza di 13,943 metri al di sopra del livello dell'antico mare plutònico. Ora, se anche il ghiaccio sollevato per la consolidazione dei

mari di acqua si limitasse ad occupare una quarta parte della superficie del globo, la sua altezza media diventerebbe uguale a metri 300 X 4, cioè a metri 1200, che è all'incirca quattro diciassettèsimi dell'altezza media delle terre attuali. Che se poi anche le màssime altezze dovèssero tener fra loro lo stesso rapporto, ne seguirebbe che la vetta più eminente della maggior montagna di ghiaccio non salirebbe più in su di metri 3281.

Da ciò risulta, che i continenti del periodo tellùrico futuro saranno poco rilevati e poco alte le montagne; epperò mentre nel periodo attuale non esiste più alcuna traccia visìbile delle formazioni dovute al periodo tellùrico precedente, invece alcune formazioni dell'attual nostro periodo torreggeranno gigantesche al di sopra delle formazioni del periodo futuro.

332. La materia del periodo precedente avrebbe aggiunto alla nostra terra un inviluppo di 20,000 metri di altezza; mentre i nostri mari, in cui noi siamo sòliti a personificare il concetto dell'immensità, non aggiùngono alla terra che un inviluppo cinque o sei volte più pìccolo, cioè, di soli 3600 metri di altezza. Eppure quel grandìssimo inviluppo non è che pìccola cosa in paragone del raggio terrestre, il quale misura più che sei milioni di metri. Pertanto, se tutti i diversi inviluppi, che avvòlsero successivamente la terra in virtù dei vari periodi tellùrici che si sono succeduti, avèssero avuto un'ugual grossezza di venti mila metri, a costituir la terra avrebbe dovuto accumulàrsene trecento, e bisognerebbe crèdere che avèssero dovuto seguirsi l'un dopo

l'altro trecento periodi tellùrici diversi. Però la cosa cambia interamente d'aspetto, qualora suppòngasi che valga per tutti i periodi trascorsi la stessa legge di accrescimento, che abbiamo riconosciuto sussistere tra l'acqua del nostro periodo e i silicati del periodo tellùrico precedente; perchè allora le grossezze dei successivi inviluppi, incominciando da quello dell'acqua e risalendo fino ai più antichi, sarèbbero date dai numeri

3600; 20.000; 111.000; 617.000; 3,429.000;

all'ùltimo dei quali bisogna fermarsi perchè gli succederebbe il nùmero 19,051.000 che sarebbe da solo più grande non che del raggio terrestre ma ben anche di tutto il diàmetro; e però se ne deduce che sarebbe già troppo, comprendendo tra i periodi anche quello dell'acqua, il ritenere che raggiungèssero il nùmero di sei.

La verità deve stare nel mezzo; i periodi non può crèdersi che arrivàssero al nùmero di trecento; ma è ben certo che superàrono la mezza dozzina; mentre che, attribuendo agli inviluppi prodotti da ciascuno di essi la grossezza media abbastanza consideràbile di 100,000 metri, raggiungerèbbero ancora il nùmero di sessanta.

333. In tutto ciò che dissi, non mi feci càrico di prèndere in considerazione gli spostamenti delle materie sedimentari, che costituìscono il rivestimento più esterno di quasi tutte le regioni emerse dal mare e di quasi tutte le montagne. Questi depòsiti potèrono anche in gran parte successivamente accumularsi nel periodo stesso del sollevamento il quale, ne' suòi primordj, per un tempo al certo lunghìssimo, deve èssersi effettuato

sott'acqua. Lo studio dei movimenti di quèi depòsiti, desunti dagli accidenti della loro attual giacitura, potrebbe fornir materia ad un òpera scientifica del màssimo interesse. Ma bisogna avere una quantità di cognizioni che in generale i geòlogi possèdono e ch' io non ebbi mai l' opportunità di procurarmi. Per altro ho il convincimento che le cose esposte non pòssono venir infirmate da questa omissione, e ciò pel motivo che le forze espansive, spiegate da un mare di plutonio consolidàntesi alto venti mila metri, sono talmente poderose da doversi rispetto ad esse considerare come insignificanti le resistenze opposte dai depòsiti al proprio spostamento; d' onde si conclude che il lavoro sotterraneo di quelle forze dovette còmpiersi a presso a poco nel modo istesso, come se le resistenze non avèssero esistito e il lavoro si fosse effettuato allo scoperto. Tutto quel cùmulo di materiali è come un lenzuolo, che nasconde alla vista il lìquido plutònico, ma che obbedisce ad ogni suo impulso e non può in modo alcuno incepparne i movimenti.

Articolo II.

Prima origine e svolgimento dell'Italia.

Prima origine dell'Italia da un'eruzione laterale — Provenienza del plutonio che diede origine all'Italia — Eruzione a bocche moltèplici — Disposizione delle bocche pel di cui mezzo si formàrono le terre itàliche — Il continente dopo l'eruzione — Strati e loro primi spostamenti — Spaccature precorritrici delle montagne — L'Italia fuori dell'acqua — Montagne di fango — Pendenza dei versanti appenninici — Formazione delle isole itàliche — Terre già emerse in Europa prima che comparisse fuor dall'acqua l'Italia — Dùplice serie di terremoti.

334. Abbiamo già nell'*Articolo* precedente fatto un cenno dei due modi diversi mediante i quali si può spiegare la formazione di quelle appendici continentali che si slànciano per lungo tratto in mezzo al mare e che costituìscono le regioni peninsulari, quali sono, per l'Europa meridionale, la Spagna e l'Italia. La supposizione che l'antico mare di plutonio presentasse davanti a queste regioni due vastìssimi golfi, capaci di generarle, sembrerebbe dover èssere esclusa dalla configurazione attuale del continente. La difficoltà non esisterebbe, se davanti alle due penìsole ondeggiàssero le acque lìbere dell'Oceàno senza confini; perchè allora ci sarebbe permesso di figurarci che in quel luogo avèssero un tempo potuto esìstere le coste sinuose dell'antico mare di liquido terrestre; ma invece le acque che bàgnano una gran parte della Spagna e tutte le coste d'Italia, appartèngono ad un mare limitatìssimo; cosicchè di contro all'estremità delle dette penìsole si aderge quasi

immediatamente a chiùdere il pìccolo mare la gran barriera dell'Àfrica. Però v'è il modo di conciliar le due cose e se quì non mi trattengo ad esporlo, egli è perchè a dar ragione dell'orìgine dell'Italia, di cui voglio unicamente occuparmi, credo più conforme alla verità il ricòrrere al principio delle eruzioni laterali che non a quello del lavoro plutònico dei grandi golfi.

La figura singolare e caratterìstica, presentata dall'Italia, fu il primo tra i motivi che mi guadagnàrono a questa opinione. Il plutonio, che scorre sopra una superficie orizzontale o leggermente inclinata, ha tanta facilità di conformarsi in quella guisa che, nel far mostra de' mièi esperimenti vulcànici, ben sovente mi accadde di sentir gli astanti ripètere l'esclamazione di Acate: l'Italia, l'Italia! E salutàvano con tal nome un qualche getto di plutonio, che prendeva la nota figura del clàssico stivale e sembrava un'immàgine fedele della nostra penìsola. Il plutonio, che diede orìgine all'Italia, deve èssere stato in movimento di traslazione, slanciàndosi dall'asse verso la periferìa e scorrendo nel tempo stesso, a seconda dell'asse, dal Nord-Ovest verso il Sud-Est; il che si può dedurre dalla particolare orientazione di tutte le parti puntute, che, quando devìano dalla perpendicolare all'asse, il fanno per vòlgersi verso il Sud, non mai verso il Nord.

338. Ecco pertanto come io m'immàgino, che sìasi formata l'Italia. Il nostro continente alimentato dal lìquido, che ad esso affluiva da una gran parte della terra, andava a poco a poco formàndosi; e nel luogo

da cui dovèvano nàscere le Alpi, destinate a segnare i confini del nostro paese, girava allora l'àrgine del plutonio sollevàntesi. L'àrgine ed il plutonio trovàvansi ancora sott'acqua. Pare che quello non abbia potuto resistere alle pressioni od al calore di questo e in parte abbia ceduto, squarciàndosi o fondèndosi. Tosto il lìquido cominciò a discèndere ed a scòrrere; e, non solo traboccò tutto quello, che nell'ampio bacino superava il livello dell'àrgine consumato, ma per la medèsima via disperdèvasi del pari quello che di nuovo sopravveniva; e ciò, finchè l'accumularsi del lìquido traboccato non oppose un vàlido impedimento ai traboccamenti ulteriori. Allora non esisteva per anche alcuna linea di separazione tra l' Adriàtico ed il Mediterraneo, nè tra questi mari e il grande Ocèano. Il piano, sul quale il liquido versàvasi, era la crosta ancora calda del plutonio recentemente consolidato. Tutto lo spazio ora occupato dall'Adriàtico e molto di più, tanto verso mezzodì che verso oriente, ne venne innondato; e l'innondazione si dilatò anche verso occidente, sorpassando gli attuali lìmiti dell'Italia ed anche quelli delle ìsole che la fianchèggiano. Se dovette èssere grande la quantità di materia traboccata, non era fuor di proporzione colla fonte pressochè inesauribile da cui proveniva. Il colonnello Sykes racconta che al Dekkan, nell'Indie, un letto non interrotto di basalto distèndesi sopra una superficie di 400,000 chilòmetri quadrati, la quale è un' estensione molto maggiore di quella che ora vèdesi occupata dalla intera nostra penìsola (V. Scrope. Cap. VI, § 7).

336. Riporterò ben anche ciò che dice lo Scrope di un'eruzione recente la quale, sebbene di minor potenza, pure mèrita d'èssere qui ricordata per altre ragioni:

» Un esempio, fra i più notàbili e più istruttivi,
» è quello della formidàbile eruzione che tormentò la
» costa occidentale dell'Islanda nel 1783, allorchè la
» lava scaturì in quantità enorme da varie sorgenti,
» apèrtesi successivamente in una pianura, collocata ai
» piedi dell'alto cono dello Skaptar-Jokul, d'onde già da
» lungo tempo andàvansi sfogando gasose esplosioni ».

» Queste sorgenti di lava èrano a presso a poco
» alla distanza di otto miglia l'una dall'altra; e si èrano
» aperte sulla stessa linea retta, che segna evidente-
» mente la direzione di una fessura, formàtasi attra-
» verso agli strati superiori della pianura, per la pres-
» sione dal basso all'alto della lava sottoposta, comu-
» nicante con quella, che forzava la sua via nel camino
» del pròssimo vulcano. Una quarta sorgente si aperse
» sul prolungamento della stessa linea, ma nel mare,
» alla distanza di trenta miglia, producendo un'ìsola
» rocciosa, che al presente, per l'azione erosiva delle
» onde e delle correnti sottomarine, è ridotta a un
» basso fondo. La lava vomitata dai tre torrenti terre-
» stri innondò la pianura sopra un'estensione di più
» che 650 chilòmetri quadrati, e la distanza tra le sor-
» genti estreme, o la lunghezza totale della fessura, era
» almeno di 160 chilòmetri (Scrope. Cap. VIII, § 3) ».

337. Questo esempio di bocche moltèplici, che si presenta frequentìssimo nelle grandi eruzioni laterali,

ne induce a crèdere che anche al di sotto di quella sterminata corrente di lìquido plutònico, che poneva le fondamenta dell' Italia, per l' azione congiunta del calore e delle pressioni dovèssero aprirsi, ad agevolare lo spandimento, numerosìssime bocche. Anzi io credo che fu specialmente nelle direzioni seguite da queste che, pel concorso di tutto il plutonio traboccato, potèrono aver luogo i primi sollevamenti e si operò la formazione dei nuovi paesi.

Molte bocche, vomitanti plutonio, dovèvano trovarsi schierate lungo la linea, ora occupata dall' Appennino; alcune assài copiose dovèvano èssersi aperte nel luogo, ove ora sorge la Sicilia; ed un' altra principal linea di queste aperture ci viene additata dalla giacitura della Còrsica e della Sardegna.

338. La descritta eruzione conteneva quanto era necessario all' edificazione del nostro paese: èrano accumulati i materiali, era preparata la forza; la nàscita e lo svolgimento dell' Italia èrano assicurati. Il continente, sgravàtosi di tal portato, sostò per qualche tempo, onde repristinare le forze smarrite; poi riprese indefesso il suo fecondo lavoro, ponendo le fondamenta ad altre regioni.

339. Il lìquido traboccato giacque inerte nel fondo del mare fino a che non cominciò a destarsi il suo plutonismo. Intanto il contatto dell' acqua e la dispersion del calore promovèvano la consolidazione degli strati più esterni; e nel tempo stesso, usciti dal seno del plutonio, comparivano alla superficie gli strati d'epurazione.

Altri strati èrano prodotti pel lavoro interiore dei gas e dei vapori d'acqua che, attraversando la massa plutònica, si caricàvano di pòlveri che seco trasportàvano verso la superficie, dove ben anche s'impastàvano coll' acqua interna caldissima, trasformàndosi in fango; e infine al di sopra d'ogni strato si depositàvano le materie incoerenti che, prodotte in copia dall'erosione delle acque, èrano portate in giro per la fluttuazione delle onde e per la violenza delle correnti sottomarine. E così, per tutti gl'indicati modi, avveniva che un immenso cùmulo di materie stratificate inviluppasse superiormente il lìquido plutònico. E, quando questo cominciò definitivamente a consolidarsi, dovette, gonfiàndosi, rialzar tutta la mole dei molti strati sovraincombenti i quali, a norma della loro natura e delle circostanze in cui si trovàvano, cedèvano in modo vario, o piegàndosi e adattàndosi allo spostamento senza subire alcuna soluzione di continuità, ovvero spezzàndosi e non obbedendo al moto imposto, prima d'èssere ridotti in frantumi. In generale però il movimento degli strati era facilitato dalla temperatura elevata che ad essi apportàvano i gas, da cui èrano attraversati; èssendosi lo svolgimento di questi reso attivìssimo dall'istante in cui il lavoro di consolidazione cominciò ad internarsi.

340. Ora dobbiamo portar la nostra attenzione sopra un fatto importantissimo, che non può a meno di èssersi verificato; cioè, la comparsa delle fenditure ramificate, di cui la principale deve aver percorso tutta la lunghezza della formazione nascente, e le altre, in

nùmero considerèvole, dèvono èssersi manifestate trasversalmente. Queste fenditure, che si aprivano con lentezza, ma che non cessàvano mai di ampliarsi, cosicchè, da impercettìbili che èrano, finìrono col trasformarsi in bàratri immensi, inghiottìrono gli strati sovrastanti, alteràndone in vario modo la natura per l'azione del calore e delle emanazioni gasose. Tutti i materiali trasportati, che cadèvano in quelle voràgini, non trovàvano più la via ad uscirne; giacchè queste per la loro conformazione ricevèvano sempre e non restituìvano mai. Egli è per tal modo che là dentro potèrono accumularsi quèi depòsiti nettùnici di straordinaria potenza, che ora con maraviglia vediam sedere sul dorso delle montagne. In quelle valli sottomarine allorchè il gran vulcano, obbedendo alla legge d'intermittenza, stava per lunghe stagioni senza dare alcun segno esterno della sua operosità, poteva la temperatura mitigarsi e rèndersi propizia allo svolgimento di numerose famiglie di èsseri viventi, i quali d'altronde dovèvano preferire quèi luoghi, perchè più difesi e tranquilli, e meno soggetti ai moti incomposti delle onde e delle correnti. Ma, quando il vulcano ripigliava la sua attività, quelle valli èrano innondate da emanazioni micidiali che riscaldàvano le acque e portàvano lo sterminio in tutti i suoi abitatori. Le spoglie di questi èrano involte dai sedimenti che allora si depositàvano, e così potèrono conservarsi ed èssere tramandate allo stato fòssile insino a noi. I depòsiti già esistenti si scaldàvano anch'essi e potèvano persino arroventarsi; e la materia fusa, spinta con irresistìbile

forza, qualche volta usciva fino allo scoperto; più spesso penetrava fra strato e strato, o molti ne attraversava, depositàndosi in seno ad essi sotto forma di banchi, o di filoni. Di mezzo a queste innumerèvoli oscillazioni il lavoro procedeva continuamente; e un bel giorno l'Italia si trovò di tanto cresciuta che potè mèttere il capo fuori dall'acqua.

341. Il comparire della nostra terra allo scoperto venne annunciato da una lunga striscia di fuoco, che tutt'a un tratto mostrossi accesa, laddove per lungo tempo dapprima vedèvansi uscir dall'acqua, gorgogliando, ampie colonne di fumo. Poi cominciò il terreno a mostrarsi ondulato e il fuoco a restringersi alle parti più sporgenti, le quali, alzàndosi sempre più e sempre più rastremàndosi, finirono coll'assùmere le forme di vere montagne, portanti, a guisa di giganteschi fari, tutti i vèrtici arroventati.

Questo solenne spettàcolo venne maestrevolmente descritto nel *Monte Circello* dal nostro sommo poeta Aleardo Aleardi coi seguenti miràbili versi:

. . . . Italia,
Questo mio paradiso, altro non era
Che un òrdin lungo di selvaggi coni,
Incoronati da perpetuo lampo,
Onde il mite Appennin s'ingenerava.

(*Canti. Firenze*, 1864, *pag.* 93).

Il *lampo* indica le vette infocate, e l'aggettivo *perpetuo* significa la lentezza e la diuturnità della formazione. Sembràvami di scòrgere in quelle poche parole

lucidamente riassunta tutta la mia teorìa e, credendo che all'Aleardi fòssero state ispirate dalla lettura del § 119 della mia òpera *Sull'orìgine delle montagne,* ne andava superbo. Seppi più tardi dalla bocca stessa dell'eccelso Cantore, ch'ei non aveva avuto nessuna cognizione nè dei mièi scritti, nè della mia teorìa, e che l'ispirazione di quèi versi l'aveva trovata interamente dentro di sè. Questo disinganno mortificava il mio amor proprio; ma nel tempo stesso mi porgeva maggiore argomento di ammirazione per quell'intelletto eccezionale, dove la scintilla del genio vedèvasi convertita in potenza divinatrice.

Quando le cime si spènsero, le montagne avèvano raggiunto il loro compimento, e l'Italia, per quanto riguarda la sua principale ossatura, era formata.

342. Mentre le montagne principali si sollevàvano per l'espansione che subiva il lìquido nel consolidarsi, il mare di fango, eruttato dalla massa plutònica, per l'azione dei gas che continuamente l'investìvano e l'attraversàvano, lavorava, a guisa di un'enorme salsa, a portar sempre più in alto le proprie cime e a prèndere la conformazione di vere catene di monti.

343. Il declivio delle nostre montagne, dolce dalla parte dell'Adriàtico, rìpido invece dalla parte del Mediterraneo, in pieno accordo colla diversa pendenza delle coste, significa che la massa plutònica alimentatrice dell'Appennino aveva maggiore estensione sotto le acque dell'Adriàtico, che non sotto quelle del Mediterraneo, o che almeno la risultante dei movimenti del lìquido era diretta dall'Est verso l'Ovest.

344. Come si è formata l'Italia, nel medèsimo modo e nel tempo stesso, prodotte dal lavoro della stessa massa di lìquido terrestre, si formàrono la Sicilia, la Còrsica, la Sardegna e le altre minori ìsole itàliche. Quì si presenta a risòlvere la questione se queste ìsole sono sempre state, come ora sono, interamente circondate dal mare, o se in orìgine èrano congiunte alla terra ferma da cui si distaccàrono più tardi.

Non v'è nulla che c'impedisca di crèdere che tutte le dette ìsole si sìano formate in mezzo al mare già interamente divise dalle terre vicine: la vicinanza non ìmplica alcuna necessità di un' antica congiunzione: se anche due terre si vèggono sòrgere da un piedestallo comune, la separazione verso l' alto può avere esistito fin dalla loro prima orìgine. Sono nello stesso caso di due cime di monti vicini. Perchè sono pròssime, perchè si lèvano in comune da un' ùnica base non siamo autorizzati a crèdere che un tempo fòssero insieme confuse, e che la loro separazione posteriore si debba ai terremoti o all'erosione delle acque. Com'è natura delle montagne di aver le basi in comune e le cime disgiunte così avviene, e per la medèsima ragione, delle ìsole vicine. I fianchi delle montagne e delle ìsole assài di rado crèbbero tenèndosi verticali, quasi sempre si adagiàrono a piano inclinato; non mai, fuorchè in qualche rarìssimo caso affatto eccezionale, si allargàrono nel crèscere in modo da strapiombare. Ne segue che, generalmente parlando, dopo che il plutonio si è in basso separato, le due formazioni a cui dà origine dèbbano tanto più

discostarsi quanto più si pòrtano all'alto; e questo fatto basta da sè solo a spiegare interamente l'originaria separazione di due ìsole o di due terre vicine. Però, quando avèssimo qualche motivo per crèdere che le terre di cui si tratta, un tempo, fóssero state congiunte, avremmo il mezzo di spiegarne il distacco attribuèndolo alla ragguardèvole contrazione a cui, in conseguenza del raffreddamento, le rocce d'orìgine ignea vanno soggette tanto in senso orizzontale quanto nel senso verticale. Perciò vèdesi che la questione in màssima è suscettìbile così dell'una come dell'altra soluzione. Si dovrà dunque, per risòlverla debitamente nei varj casi particolari, prèndere in accurato esame tutte le circostanze speciali che vàlgano in ciascuno di essi a farci propèndere piuttosto per l'una che per l'altra opinione. Abbiam già fatto osservare (§§ 289, 290) che se la Sicilia era congiunta all'Italia, e la Còrsica alla Sardegna, la ragione per cui più tardi si divìsero, e si formàrono a separarle gli stretti di Messina e di S. Bonifacio, è d'uopo ricercarla nella contrazione orizzontale. Invece potrebbe servire la contrazione verticale a spiegare il distacco dall'Italia di alcune tra le ìsole che la costèggiano, perchè lo sprofondamento che ne derivò fu càusa che le acque potèrono dilatarsi e far preda tutt'all'ingiro della più esterna fascia della penìsola, rispettando però quà e là i punti più rilevati che continuàrono a spòrgere al di sopra del mare formando le ìsole. Quali pertanto fra queste àbbiano avuto l'orìgine ora accennata e quali invece sìano sempre state ìsole fin dalla

loro prima apparizione è cosa che nella maggior parte dei casi si potrà con sicurezza conòscere mediante un accurato scandaglio delle profondità del mare.

345. Tutte queste regioni itàliche potèrono raggiùngere il loro compimento assài prima del gran continente dal cui seno era scaturita la materia che doveva formarle. La ragione è chiara: qui si tratta di uno strato di plutonio relativamente sottile e che per conseguenza doveva consolidarsi assài più prontamente di quell' immenso mare di lìquido che dava òpera alla formazione del continente. I paesi, collocati ai confini settentrionali dell'antico mare di lìquido terrestre, dove questo doveva più facilmente consolidarsi, fùrono anche i primi ad emèrgere. Tali sono la Lapponia, la Svezia e la Norvegia; poi sòrsero altri paesi un po' meno settentrionali, come la Scozia, l'Irlanda, l'Inghilterra occidentale, la Sassonia, e insieme a questi anche qualche paese più meridionale, come la Linguadoca e la Borgogna. Quando venne alla luce l'Italia, di tutto il continente Europeo non esistèvano che i pochi brani staccati, di cui abbiamo fatto il nome. Il mare le girava intorno da ogni parte; perchè le Alpi, che dovèvano congiùngerla al continente, giacèvano ancora sott'acqua.

346. L'Appennino aveva già raggiunto il suo completo svolgimento, mentre il plutonio internamente non era ancora nella sua totalità consolidato. Questo residuo di materia liquida, senza comunicazioni coll' esterno, procedeva lentìssimo nella consolidazione; ma intanto pel suo incessante aumentar di volume e pei gas, che

senza posa emetteva, lavorava ad accumulare al di sotto di ogni regione itàlica forze espansive minacciosìssime. Sappiamo che queste forze prodùcono i terremoti; e molti e terrìbili dèvono aver sconquassato l'Italia in quèi remotissimi tempi. A' suòi confini settentrionali andava sollevàndosi l'Europa; mentre, a limitare il bacino del Mediterraneo, sorgeva l'Àfrica al mezzodì, le coste Illìriche ad oriente, ad occidente la Spagna. In sèguito si disegnàrono le basi delle Alpi che poi anche esse si compìrono. Dopo incominciàrono i grandi terremoti in tutta la vastìssima regione, che aveva cooperato alla formazione del continente ed al sollevamento delle Alpi. Ci si presenterà più avanti frequentemente l'occasione di mèttere in chiaro gli stretti rapporti che lègano questa doppia serie di terremoti agli svariati fenòmeni vulcànici che s'incòntrano nel nostro paese.

Articolo III.

Fontane ardenti, soffioni d'àcido bòrico, acque termali, salse, ecc.

Varj fenòmeni di origine vulcànica — Fumarole del cratere di Vulcano — Fumarole della Solfatara di Pozzuoli — Fumarole dei Campi Flegrèi — Soffioni d'àcido bòrico — Fumarole del Vesuvio — Scaturigini di gas idrògeno carbonato — Le sorgenti perenni di gas idrògeno carbonato non tràggono la loro prima origine dal sal gemma — Le sorgenti perenni di gas idrògeno carbonato non tràggono la loro prima origine dal carbon fòssile — Rapporti veri o supposti tra le sorgenti di gas e i fenòmeni meteorològici — Varie forme presentate dalle fumarole — Acque lapidificanti — Bullicame di Viterbo — Acque àlbule presso Tivoli — Salse — La salsa di Querzola — Salsa di Sassuolo — Disfacimento di montagne — Pozzi di petrolio — Salsa di Nirano — Le salse sono fenòmeni di provenienza vulcànica.

347. Dànno argomento a questo *Articolo* cose di nome diverso, ma di orìgine comune: i terreni ardenti, le acque termali, i soffioni d'àcido bòrico, le salse, le mofete e le fumarole. Siccome conosciamo qual è la orìgine delle fumarole, intendiamo sùbito qual è quella ch' io attribuisco a tutti i fenòmeni or menzionati. Le forze plutòniche e vulcàniche, quasi esaurite, si manifèstano ancora con questi dèboli segni. Nelle èsili ed innocenti fiammelle che àrdono perpetuamente a Velleja, a Pietramala, a Barigazzo, chi potrebbe mai riconòscere la parentela con quella titànica potenza che accumulò montagne sopra montagne e promosse le conflagrazioni vulcàniche? A poter ciò comprèndere, è necessario portar la più minuta attenzione su tutte le

particolarità di questi fenòmeni, moltiplicare i confronti, esaminare i passaggi che dall'uno all'altro condùcono, e considerare i vìncoli che tutti li lègano.

318. Il nome di vulcani, dato alle montagne ignìvome, si lega a quello di un'ìsola che gli antichi consacràrono al dio del fuoco e che chiamàrono la casa di Vulcano. Essa sorge in prossimità dell'ìsola di Lìpari, e il vulcano che contiene e che le diede l'orìgine, non porta altro nome che quello di *vulcano*. Si vede che questo era considerato come il tipo dei vulcani, il vulcano per eccellenza. Gli autori antichi e moderni alla distanza di più che ventidùe sècoli, Tucìdide, Aristòtile, De Luc, Spallanzani, ne pàrlano a presso a poco nel medèsimo modo. Io lo visitài il mattino del giorno 11 Ottobre 1865 prima del sòrgere dell'alba. A chi si accosta di nottetempo al cratere di Vulcano si presenta un imponente spettàcolo. Il cratere sembra custodito esternamente da una corona di fiamme. Prima di toccare la sommità, si passa attraverso a colonne di fumo, che rècano non poca molestia per l'alta temperatura e pei vapori sulfurei di cui sono in gran parte costituite. L'interno del cratere pare una bolgia infernale: il calore vi è così intenso che le scarpe si abbrustolìscono: il fondo e le pareti sèmbrano fatti di pietre roventi, perchè si vèdono infocati da per tutto ove esiste una qualche fenditura, o dove per poco si smòvono i materiali incoerenti che ne fòrmano l'esterno rivestimento. Le fiamme èscono con ìmpeto e sibilando da molti punti diversi, e specialmente cròmpono copiose

dalla cima di un monticello che sorge in un àngolo del fondo e che sembra un ammasso di fuoco. Il rumore di queste fiamme somiglia a quello di molti màntici che sòffino tutti ad un tratto entro un'ardente fornace. Si ha proprio sotto gli occhi la rappresentazione di una gigantesca fucina inestinguìbile, e molto a propòsito collocàrono gli antichi là dentro la casa del dio del fuoco.

Sulla parete interna del cratere è tracciato un pìccolo sentiero, seguendo il quale si può senza pericolo discèndere fino al fondo, usando però le dèbite precauzioni per difèndersi dagli effetti del fumo e del soverchio calore. Al sòrgere dell'alba lo spettàcolo cambia di aspetto, e ciò che di notte pareva fiamma, si vede che non è altro che fumo. Pertanto chi potrà mai mèttere in dubbio che questo fumo, questi vapori, o questi gas, perennemente esalanti da un cratere vulcànico, non siano un residuo di quella forza espansiva che un tempo produceva le eruzioni delle lave e le esplosioni delle materie frammentarie? Tale e non altra è stata la càusa che diede orìgine alle antiche conflagrazioni, in conseguenza delle quali apparve l'ìsola, sòrsero i suoi monti e crebbe il suo vulcano. Se questo ancora si rianimerà, i gas ripiglieranno il loro lavoro di edificazione, trasportando immensa copia di materiali in luoghi elevati: in caso diverso, diremo che la fabbricazione è compiuta, e che l'operajo, sopravvissuto all'òpera, inetto ormài a smuòvere materiali, si accontenta di modificarne la natura. Questo fumo, questi gas, questi vapori, sono pressochè ridotti all'ùmile condizione di una fumarola.

349. Un'altra grande fumarola della stessa natura e della stessa origine esala continuamente dai crepacci della solfatara di Pozzuoli, che è manifestamente l'avanzo di un antico cratere, di cui le rocce fùrono modificate o consumate dall'azione dei gas, quando completamente le investivano. E alle altre minorì fumarole della solfatara, perchè son piccole, non si dovrà attribuire la stessa natura e la medèsima origine?

350. Nel terreno vulcànico, occupato dai Campi Flegrèi, di cui fa parte l'accennata solfatara, si manifèstano numerosìssime le fumarole, l'una dall'altra distinte per le diverse materie che esàlano; nè altra cosa sono le mofete, tra le quali, sulla riva del lago d'Agnano, una ve n'ha rinomatìssima, detta la Grotta del cane, da cui scaturisce in copia ragguardèvole l'àcido carbònico.

351. Vi sono in val di Cècina molte località, dove il terreno fangoso non mai si rassoda: di là vèdonsi scaturire, con ìmpeto incessante, vorticose colonne di fumo che in distanza si dirèbbero provenire da qualche villaggio incendiato. Questi poderosi soffioni di vapore àcqueo caldìssimo tràggono con sè disciolte varie sostanze minerali, tra cui mèrita particolar considerazione l'àcido bòrico, perchè è l'oggetto d'una grandiosa industria, esercitata con grande abilità e pari fortuna.

352. Le fumarole del Vesuvio prodùcono svariatìssimi sali; ciò che dimostra come le materie aeriformi, che scaturiscono dal lìquido terrestre, sìano assài diverse l'una dall'altra. Quando giùngono alla superficie del suolo, dotate di un'elevata temperatura, cònstano per

la màssima parte di vapori d'acqua; mentre quando vi giùngono fredde, svincolàtesi dal vapore àcqueo, cònstano per intero di veri gas permanenti; e sono, o gas àcido carbònico, o gas àcido solfìdrico, o idrògeno carbonato, o miscugli di questi gas ed anche di qualche altro.

353. Qual difficoltà si oppone a crèdere che le scaturìgini perenni di gas idrògeno carbonato, a cui si dèvono i terreni ardenti di Velleja, di Pietramala, di Barigazzo, tràggano anch'esse la loro prima orìgine dal lìquido terrestre, non per anco nelle profonde vìscere della terra completamente consolidato, o almeno dalle rocce che ne provènnero non ancora completamente raffreddate? E ciò parrà tanto più probàbile e naturale, se si considererà che le rocce bituminose, di cui v'è sì gran copia, scaldate che siano, divèntano una fonte pressochè inesaurìbile di gas idrògeno carbonato. Il fatto che questo gas può svòlgersi in gran copia anche dalle miniere di salgemma, o da quelle di carbon fòssile, non infirma per nulla il nostro assunto.

354. Dal salgemma, che non contiene carbonio, non potrà mai, nè l'arte chìmica, nè la natura, estrarre una molècola di gas idrògeno carbonato; e, quando questo gas scaturisce in copia nelle miniere di sale, trae la sua orìgine ben più da lontano ed esce dai crepacci del sale, come in altri casi lo si vede uscire da un'altra roccia qualunque; e, quando troviamo il sale stesso intimamente imbevuto di gas, abbiamo una prova che vi fu un tempo nel quale il gas passava attraverso a tutta la massa del sale ed era disciolto nel lìquido che gli

diede l'origine. In val di Cècina, poco lungi dal luogo da cui sgòrgano i soffioni d'àcido bòrico, esiste un terreno ricchìssimo di sale, d'onde si estràe in gran copia a spese ed a vantaggio del pùbblico erario. Ora, se mai per caso i soffioni d'àcido bòrico uscissero fuori dal terreno salìfero, avremmo forse ragione di crèdere che la sede nativa dell'àcido bòrico dovèssero èssere le miniere di sale?

333. Il carbon fòssile, materia tuttodì adoperata per la produzione del gas illuminante, è di tal chìmica natura da sembrar fatto espressamente per un copioso svolgimento naturale di gas idrògeno carbonato; e questo gas infatti si svolge dal suo seno ed è la càusa di quelle fatali accensioni che miètono ògni anno tante prèziose vite di minatori; ma, se riesce così difficile il prevenire le disastrose catàstrofi, egli è appunto perchè il gas vi si svolge con estrema irregolarità e più in conseguenza dello spostamento dei materiali che non spontaneamente, e quindi in modo tale da non poter per nulla alimentare sorgenti perenni di gas, come sono quelle dei così detti terreni ardenti. E ciò è tanto vero, che non avremmo mai discoperto alcuna miniera di carbon fòssile, se avèssimo ricorso per indovinarne l'esistenza, agl'indizj presentàtici dalle sorgenti di gas idrògeno carbonato, e ci saremmo esposti ad inùtili spese e ad inevitàbili disinganni se, prestando fede alle fallaci indicazioni di queste sorgenti di gas, ci fòssimo indotti a ricercare al di sotto di esse le miniere di carbon fòssile destinate ad alimentarle.

556. In tutti i paesi, ove esistono queste perenni scaturigini di vapori o di gas, è invalsa l'opinione che vi siano stretti rapporti tra la variàbile attività, colla quale funziònano, e le variazioni meteorològiche dell'aria atmosfèrica. I marinài di Lìpari guàrdano ai fumi di Vulcano per trarne i pronòstici delle loro navigazioni, come quelli che dimòrano presso i terreni ardenti, consùltano le loro perpetue fiamme per trarne i presagi del tempo. Che questa volgare credenza, così generalizzata, abbia qualche fondamento di verità è cosa non per anco stabilita. Potrebbe fors'anche non èssere che un pregiudizio, come quello della pretesa influenza meteorològica delle fasi lunari, anch'esso universalmente radicato nelle fantasìe popolari. In ogni modo la questione mèrita di èssere studiata. Intanto si può dedurre un'importante conseguenza da questo singolare accordo di opinioni, stabilitosi spontaneamente fra popolazioni lontane, senza comunicazione fra loro, e senza alcuna cognizione recìproca della loro esistenza; chè per certo gli antichi marinài di Lìpari non avèvano mai sentito a parlare delle fiamme di Velleja, o di Barigazzo; come i montanari di questa parte dell'Appennino non avèvano conoscenza alcuna dei fumi di Vulcano. La conseguènza, a cui accennài, si è che, se il fatto di cui si dìsputa è vero, basta da solo a provare che i varj fenòmeni, nei quali ugualmente si verifica, dèvono appartenere alla stessa famiglia e contare un'orìgine comune, e che, se il fatto creduto non sussiste, questo accordo di tutti nel medèsimo errore dimostra che quèi diversi fenòmeni

contèngono le medèsime càuse d'inganno; il che non sarebbe ammissìbile, se fòssero d'indole essenzialmente diversa, e non avèssero comune l'orìgine.

Ciò che a me importa che si ritenga e che mi pare d'avere dimostrato, si è che da per tutto, ove c'incontriamo in sorgenti perenni di vapori o di gas, siamo autorizzati a crèdere che vi sia un segno esterno e manifesto dell'attività plutònica o vulcànica che tuttavìa dura, sebbene sminuita, sebbene quasi esaurita, nelle profonde vìscere della terra.

337. Questi gas, provenienti in origine dal lìquido terrestre, subìscono nel loro lungo viaggio sotterraneo molte vicende diverse. Sèguono la via delle spaccature, si sfòrzano di vìncere gli ostàcoli, di elùdere le resistenze, e giùngono all'aperto in circostanze svariàtissime. Li abbiamo visti scaturire da terreni incoerenti e da rocce solidìssime: altri sgòrgano dal fondo del mare e, recàndosi a galla in grosse bolle smuòvono l'acqua per modo che sembra bollente: altri si assòciano a polle d'acqua che incòntran per via e la fanno sgorgare, or conferèndole un'alta temperatura, sì che prende il nome d'acqua termale, or dotàndola di sostanze eterogenee, per cui vien conosciuta sotto il nome di acqua minerale. E vi son molte di queste acque, vantate come medicinali, a cui fidenti accòrrono gl'infermi per ricuperare la perduta salute; e per la frequenza delle acque, a cui si attribuìscono maravigliose virtù, non v'è forse altro paese che possa coll'Italia nostra compètere.

338. Anche il fenòmeno delle acque lapidificanti è dovuto all'accennata associazione dei gas coll'acqua. Questa, caricàtasi di gas àcido carbònico, scioglie in copia grande il carbonato calcare, e poi, giunta all'aperto, cede l'àcido carbònico e, deponendo il carbonato ridivenuto insolùbile, dà orìgine ad una pietra che, sotto il nome di travertino, è ricercatìssima per le costruzioni, al che mirabilmente si presta per la sua molta saldezza, la perfetta resistenza alle intemperie e la sua arrendevolezza a lasciarsi foggiare come più si desidera. Di travertini conòsconsi molte varietà che hanno pregio diverso, a norma del modo diverso col quale si è operata la dispersione dell'àcido carbònico e la conseguente precipitazione del carbonato. Ve n'è una varietà che si forma per trasudamento e che dovrebbe èssere preferìbile alle altre per omogeneità di struttura e compattezza. Il travertino di cui parlo, durante tutto il perìodo di sua formazione, mòstrasi costantemente inumidito alla superficie per l'acqua lapidificante che, spinta dalla pressione che il gas le imprime, filtra attraverso alla pietra per la via delle sue porosità. Mentre lo straterello di umidità superficiale perde il suo gas, depòsita il travertino e dispèrdesi evaporando in seno all'atmosfera, un nuovo straterello di umidità accorre a prèndere il posto abbandonato. E così continuando le cose, la pietra va lentamente, ma senza interruzione aumentando notabilmente di volume. Ebbi l'occasione di sorprèndere il detto processo in pieno corso di attività in qualcuno dei massi di travertino, che così frequenti

spòrgono dal suolo nelle vicinanze dei bagni di Rapolano, ch'io visitài il 24 Maggio dell'anno 1865.

359. Qualche volta i gas, provenienti dal liquido terrestre, si rècano all'aperto, passando attraverso a considerèvoli nappe di acqua la quale in questo caso si vede in perpetuo movimento per le infinite gallòzzole che l'àgitano e la scuòtono. Il bulicame di Viterbo ce ne presta un esempio notissimo: fu al bulicame che la città dovette la sua origine, se pure è vero quanto si dice ch'essa sia stata fondata per dar ricetto alle moltitùdini che da ogni parte accorrèvano per cercar la salute, bagnàndosi in quelle acque termali e minerali. Ora il gas continua, come anticamente, a gorgogliare nell'acqua; ma questa spèrdesi in un campo squàllido e abbandonato, nè più si trae alcun partito dal suo calore o dalle sue virtù medicinali.

360. Una sorte quasi simile toccò alle famosissime acque *àlbule,* situate nell'agro Romano alla sinistra della via Tiburtina non molto lungi da Tivoli. È un'acqua sorgente, che forma un piccolo amenissimo laghetto ed alimenta un ragguardèvole ruscèllo che volge abbastanza rapidamente le sue limpidìssime onde a scaricarsi nell'Aniene. Il lago da tempo immemoràbile è fornito di acqua indeficente; e, per quanto il ruscello lavori a spogliarlo, mai non s'impoverisce. D'onde proviene tutta quest'acqua, e quanta ne contèngono, o come si alimèntano, gli specchi sotterranei, che sì gran copia ne vèrsano? La vita si è allontanata da questo lago come dalle acque di Stige: non v'è un augello che vi accorra

per dissetarsi; non un insetto che sopra vi ronzi; non un pesciolino che dentro vi guizzi. Le innumerèvoli gallòzzole d'àcido carbònico che l'attravèrsano, impedìscono l'accesso al lago ad ogni èssere vivente; e l'uomo istesso che volesse nuotarvi, non lo farebbe impunemente. Invece, a bagnarsi nel ruscello, non si corre alcun pericolo; e ciò vien prescritto come giovèvole contro varie malattie. A questo scopo si costruìrono sulla sua riva sinistra alcune capannucce di legno, dove affluisce tant' acqua, quanta può servire pel bagno, e dalla capanna, chi lo crede, entra nel ruscello e vi nuota. Le storie ricòrdano che quì venne Augusto a repristinare la salute, e che Mecenate vi eresse esprèssamente per lui un sontuoso stabilimento di bagni. Si ossèrvano ancora i vestigi di questo edifizio che sorgeva sulla sponda destra del piccolo lago in prossimità del luogo d'efflusso del suo emissario.

Se si getta una pietra nel lago, lungo il tragitto da questa percorso si moltìplicano a dismisura le bolle di gas; e lo straordinario svolgimento di bolle continua un tempo assài lungo, anche dopo che la pietra si è acquietata sul fondo. La ragione di questo fenòmeno è che il moto, generato nell' acqua dal passaggio di un corpo estraneo, basta a vìncere la debolissima aderenza che teneva legata l'acqua al gas, e a fare scaturir questo dal seno di quella.

Io visitài le acque àlbule il 20 Giugno: aveva la mente piena delle antiche memorie e avrèi voluto raffigurarmi quèi luoghi, quali dovèvano èssere, quando

èrano frequentati dalla superba aristocrazia dell'eterna città. Ma lo schiamazzo che facèvasi nelle acque del ruscello mi tarpò l'ali della fantasia, richiamàndomi alla contemplazione delle meschine attualità che facèvano colle antiche grandezze un contrasto veramente grottesco. Le capanne di legno èrano sostituite al magnifico palazzo di Mecenate e, in luogo d'Augusto circondato dal suo brillante corteggio, mi toccò di veder guizzare in quel ruscello un clamoroso e notissimo Monsignore con al collo la legione de' suòi santi protettori, cui pareva stesse addestrando a fare il tonfo nell'acqua.

361. Abbiam visto come i gas, nati sotterra, vèngano allo scoperto, ora liberi, ora associati coll'acqua: resta a considerare un terzo caso, che è quando sgòrgano associati ad un miscuglio di acqua e di terra, formanti una fanghiglia pastosa, ora densa e quasi plàstica, ora tènera e scorrevolissima. Siccome questa fanghiglia contiene quasi sempre una qualche traccia di sale, così al complesso dei fenòmeni in essa generati dai gas che la pòngono in movimento, si diede il nome di *salse*. Queste salse imitano così perfettamente colle loro eruzioni fangose i fenòmeni vulcànici, che vèngono anche chiamate *vulcani di fango*. Ne abbiamo in Sicilia bellissimi esempj, così presso Girgenti, come a Terrapilata nel territorio di Caltanisetta, come vicino a Paternò sui fianchi dell'Etna. Altri esempj si hanno nell'Appennino dell'Emilia a Querzola, a Sassuolo, a Nirano. Ebbi occasione di visitar queste salse dal 28 al 30 Aprile del 1865.

362. Trovài che la salsa di Querzola era situata in un campo àrido e deserto, che pareva una stonatura, confrontàndolo ai campi verdeggianti di frumento, da cui era circondato. Là non vedèvasi un arbusto, non cresceva un filo d'erba. Questo campo a forte pendenza era cosparso nella sua parte superiore di prominenze còniche, aperte alla sommità e contenenti una melma continuamente agitata da numerose bolle di gas che impetuosamente l'attraversàvano.

Le bocche aperte èrano in nùmero di dòdici. Spallanzani nel 1789 ne aveva contate diciassette; ma ei si era ben presto accorto, per altre vìsite posteriori, che quelle bocche andàvano soggette a mutar di nùmero e di posizione. Poco prima del mio arrivo la salsa aveva eruttato; cosicchè vedèvansi ancora i rivoletti di fango, recentemente usciti dalle bocche, distinti e rilevati al di sopra del terreno, distèndersi verso il basso in lunghe linee tortuose di cui qualcuna misurava più di 50 metri.

A ridestare la salsa, tentài varie prove che allora credeva dovèssero condurre allo scopo mentre solo più tardi conobbi il vero motivo della loro inefficacia.

Molto al di sotto dei coni scaturiva una ricca vena di acqua entro cui gorgogliava copiosissimo il gas. Mi pareva che fosse per questo sfogo che le salse, collocate al di sopra, mancàssero di forza per spìnger fuori la loro materia. Feci diligentemente otturare quell'apertura, nella speranza che le salse ripigliàssero vigore, ed io potessi assistere a qualche eruzione; ma l'artifizio non sortì alcun effetto.

I cùmuli di terra, entro cui agitàvasi il fango, èrano per la maggior parte stati guastati: e nei pochi rimasti intatti vedèvasi il fango salire nelle sue oscillazioni fin quasi all'orlo della superiore apertura. Pareva pertanto naturale che, distruggendo la parte più prominente del cono, il lìquido dovesse sgorgare con ìmpeto dalla bocca abbassata. Feci praticare l'operazione; ma il liquido, che pur dianzi saliva a maggiore altezza, con mio grande stupore, si accontentò di salire fino alla sommità del nuovo cratere, nè una sola goccia traboccò: vedèvasi invece il fango accumularsi in giro per ricostruire la porzione del monticello, ch'era stata troncata. Il fenòmeno è strano e manifestamente si lega ad un altro, anch'esso molto oscuro, di cui passo a far cenno. Le varie bocche, riferite ad uno stesso piano orizzontale, spòrgevano assài diversamente l'una dall'altra. Ora, se il lìquido che le alimenta, è in libera comunicazione, come avvien mai ch'ei possa sollevarsi fino alle più alte senza traboccare dalle più depresse? Fra due bocche, collocate alla distanza d'un metro e mezzo, scorgèvasi il lìquido raggiùngere nell'una un livello maggiore di mezzo metro di quello dell'altra; e, tra la bocca più elevata e quella più depressa, vi era la differenza rilevantìssima di più che quattro metri.

L'altezza verticale di ciascun cono al di sopra della propria base era inferiore sensibilmente a mezzo metro.

Stetti molte ore ad osservare la salsa; ma non mi fu dato di assistere ad alcuna eruzione di lìquido; e sol vidi versàrsene alquanto fuori dal cratere, quando

copersi questo con terra già indurita, in modo da non lasciare che un piccolissimo spiraglio all'uscita dei gas e al movimento del liquido.

Il terreno collocato fra due salse vicine era come urtato ad intervalli dall'interno verso l'esterno e, sùbito dopo, una gran quantità d'aria attraversava una delle due salse, agitando il fango ch'essa conteneva. Soltanto più tardi e coll'ajuto delle esperienze arrivài a mèttere in chiaro il motivo per cui questa corrente di aria ora dirigèvasi verso l'apertura d'una salsa, ora verso quella dell'altra; ma non mi poteva restar dubbio che le due aperture avèssero una comunicazione sotterranea, eppure si mèttessero in agitazione alternativamente e non simultaneamente. È un fenòmeno, che sopra una scala assài più grande si verifica spesso, quando le eruzioni vulcàniche si fanno per numerose bocche le une alle altre vicine. Si prodùcono anche allora fatti che pròvano la loro completa indipendenza, ed altri che dimòstrano come alcune sono in comunicazione, tanto per la perfetta simultaneità, quanto pel regolarissimo avvicendarsi del loro esterno lavoro.

I contadini delle vicinanze si accòrdano nell'asserire che la salsa entra qualche volta in furore, ma che ciò succede assài di rado, e specialmente nei casi di estrema siccità, o di pioggie stemperate e continue. Dìcono che in questi casi òdonsi rumori sìmili a spari di artiglieria, e che le materie sono slanciate in alto con una straordinaria violenza, cosicchè alla distanza di cento metri non si è sicuri dalla pioggia di fango e

di pietre. Un buon vecchio, dell'età di 70 anni per nome Giovanni Bertoldi, che ha il suo casolare distante circa duecento metri dalla salsa di cui è il proprietario ed il custode, dopo avermi detto d'èssere nato ad Amessone e di discèndere da una famiglia che per quattrocento anni ha continuamente abitato Amessone, mi assicurò che, quando la salsa entra in furore, o, come altri dicono, quando è in fortuna, le materie esplose càdono vicinissime alla sua casa, che i rumori sono assordanti e che la casa e tutte le terre circostanti trèmano continuamente.

Oltre che questi fatti sono attestati da tutti coloro che scrissero sulle salse, seppi in Reggio da persone coltìssime e degnìssime di fede che nei casi di grande attività della salsa appena fuori di città si può intènderne distintamente il rumore.

363. La salsa di Sassuolo, di cui magnificàrono la potenza Plinio, Frassoni, Ramazzini, Vallisnieri, che meritò d'èssere visitata tre volte dallo Spallanzani, e che posteriormente a dette vìsite qualche volta infuriò talmente che pareva dovèssero sobbissarsi tutti i luoghi vicini, a me, che la vidi il 30 Aprile 1865, dimostrossi ridotta ad un ùmile polla d'acqua del diàmetro di 15 centìmetri continuamente smossa ed agitata da un po' di gas che l'attraversava.

Il sòlito cono, che è come il riparo che da sè stessa la salsa si fàbbrica, mancava anch'esso interamente; e ciò perchè i contadini vanno a prèndere quell'acqua maravigliosa, e se ne sèrvono per bagnar le piaghe dei

cavalli colla fiducia di farle guarire. Perciò rimòndano la salsa dall' impedimento del cono e così al pòvero naturalista non resta più nulla da osservare.

Gira intorno alla salsa una specie di bastione alto quasi sette metri nella sua prossimità, dove ha una base di metri dieci all' incirca, bastione che s' impiccolisce colla lontananza, e che anzi è interamente aperto dalla parte che mette alla Secchia. Questo bastione è manifestamente un' òpera della salsa.

Ai due lati del campo, ov' è trincerata la salsa, sòrgono due case appartenenti ad uno stesso proprietario il Sig. Dottor Pietro Frigerio da Fiorano. Le due case pòrtano il nome di Salsa di quà e Salsa di là. Io mi diressi alla prima per aver qualche notizia delle vicende che ha subito la salsa, e m'imbattèi in un contadino abbastanza intelligente, per nome Massimiliano Ricci il quale mi assicurò èssere già più di vent' anni che la salsa ha perduto quasi interamente la sua attività; aggiungendo che fu nel 1835, quando fece l'ùltimo suo grandioso sforzo, època che concorda colle notizie date dagli autori che scrissero di questa salsa. Allora vi fùrono scosse così violente che si rùppero tutti i vetri del palazzo Borsani, situato in Monte Zibio. La materia, slanciata dalla salsa, formava sopra di essa una colonna che pareva di fumo, e l'eruzione fu così abbondante che andò a scaricarsi nella Secchia, lontano più di un chilòmetro. Udivansi rumori assordanti; cosicchè nelle vicinanze dominava lo spavento, e il contadino finì il suo racconto dicendo che, se il furore fosse

durato qualche tempo di più, avrèbbero dovuto immancabilmente crollare tutte le case vicine.

364. Accompagnato dallo stesso contadino che mi servì di guida, mi avviài verso la salsa di Nirano. Durante il cammino mi si presentò alla vista un gruppo di montagne, soggette ad un incessante lavoro di disfacimento. Fatte di materiali incoerenti, le pioggie e le intemperie le vanno senza posa devastando; la materia superiore precipita al basso, e il torrente la conduce via fin nella Secchia.

Ciò che rimane di queste montagne, bianche, stèrili e squàllide, presenta un complesso di forme affatto particolari: si vèdono guglie e picchi fantàstici, bellìssime creste, coste dirupate, avvallamenti profondi e rettilinei; ma màncano quelle caratteristiche disposizioni delle cime montuose, le quali ci fanno conòscere che la natura le formò, non già per mezzo di corrosioni, nè per mezzo di violente e disordinate commozioni, ma con un processo, che si svolse in un lungo periodo di maestosa e severa calma. E il più notàbile di questi fenòmeni, che sempre s'incontra nelle montagne e che sempre manca nei prodotti delle corrosioni, è l'inclinazione di tutti gli assi da una medèsima parte, anzi il parallelismo degli assi delle montagne vicine. Il fatto è, che questi frutti delle intemperie somìgliano alle vere montagne, come le caricature somìgliano agli originali, e si potrèbbero piuttosto chiamare una contraffazione delle forme delle montagne, che non una loro rappresentazione.

365. Visitài per via anche i pozzi di petrolio. Non essendo allora in lavoro, si presentàvano alla vista come cisterne piene d'acqua. Uno dei proprietarj mi disse che il petrolio scaturisce dalla parete del pozzo alla metà circa dell'altezza dell'acqua. Per raccògljerlo, si comincia coll'estrar l'acqua; il che si fa in un modo affatto primitivo, un secchio dopo l'altro. Quando l'acqua si vede uscire càrica di petrolio, la si lascia sfuggire da un foro praticato al fondo del secchio, che poi si tura per non lasciar sfuggire anche l'olio. A questo modo il lavoro è grande e il profitto è piccolo.

366. La salsa di Nirano non era molto lontana. Risiede in un'amena valletta, tutta verdeggiante per le erbe che vi crèscono rigogliose; per altro il luogo, ove è la salsa, è brullo, bianco e affatto isterilito.

Alcuni dei coni della salsa di Nirano hanno uno sviluppo considerèvole cosicchè fèrmano l'attenzione dei viandanti anche non prevenuti dello strano fenòmeno che in essi succede.

Il piano, che porta i coni, è in declivio e si divide in due campi.

Nel primo di questi se ne conta una dozzina con diverse gradazioni di sviluppo. Il maggiore clèvasi alla altezza di un metro e mezzo sopra una base che gira quìndici metri. Esso era chiuso alla sommità e aveva avuto sfogo da due bocche ch'èransi aperte verso la metà dell'altezza sui due fianchi opposti.

Quello che pel primo incontràvasi nel secondo campo, era anch'esso chiuso alla sommità e mandava

continue eruzioni da una bocca apèrtasi lateralmente. Le eruzioni duràvano circa tre minuti secondi e si succedèvano ad intervalli della stessa lunghezza.

Il cono màssimo presentava un'altezza verticale di circa tre metri, mentre la lunghezza del suo lato era poco più di quattro. Era troncato, e la sezione superiore aveva per diametro metri 0, 60. Al piede allargàvasi alcun po'; cosicchè la base circolare, a cui competeva un giro di circa venti metri, ne misurava invece ventidùe. Nel mezzo della base superiore esisteva una piccola apertura oblunga, da cui usciva con impeto un po' di gas e qualche spruzzo di liquido: invece verso l'orlo vedèvansi da una bocca rotonda scaturire veri rigàgnoli di fango, che discendèvano lungo il lato del cono in un canale, da essi medèsimi costruito, e percorrèvano sotto i mièi occhi un cammino di più che venti metri; e dalle tracce ancora fresche potèvasi rilevare che s'èrano spinti poco prima ad una distanza pressochè doppia. Anche queste eruzioni succedèvansi ad intervalli di tre secondi e duràvano altrettanto.

Il nùmero complessivo delle bocche che vidi aperte in questo campo saliva alla mezza dozzina, compresa quella amplìssima di un cono incipiente, che aveva quìndici metri di circonferenza.

367. È difficile immaginar fenòmeni i quali si assomìglino ai vulcànici più che i descritti. In questi succede col fango ciò che in quelli succede colle lave. La forza che mette in movimento le due materie, è la medèsima, e si ha ragione di crèdere che in entrambi

i casi emani dalla medèsima sorgente. Non lasciàmoci sviare dalla picciolezza dei fenòmeni, e pensiamo che anche al presente esìstono salse incomparabilmente più poderose di quelle d'Italia; pensiamo che anche le nostre dèboli salse, quando sono in fortuna, presèntano formidàbili esplosioni, eruzioni minacciose, disastrosi terremoti; e più di tutto pensiamo che vi sono grandi montagne, costituite di fango indurito, le quali non pòssono aver tratta la loro origine fuorchè dall' esistenza di antiche grandissime salse. Io potrèi aggiùngere qualche fatto, fornìtomi dagli esperimenti; ma li tralascio, perchè a dimostrar la tesi, che anche le salse sono veri fenòmeni d'ìndole e di origine vulcànica, credo che i fatti riferiti sìano più che sufficienti. Anzi penso che, se ciò crediamo per le fumarole, pei terreni ardenti e per le acque termali, vi sìano molto più imponenti ragioni per doverlo crèdere anche per le salse.

Articolo IV.

I vulcani itàlici spenti.

Definizione e ubicazione dei vulcani spenti — Tra i vulcani spenti d'Italia ed i vulcani attivi pare che non vi sia continuità — Origine de' vulcani ora spenti — Spostamento delle montagne — Fenòmeni attuali provenienti dai vulcani spenti — Ragione dell'ubicazione marittima dei vulcani ancora attivi — Origine dei vulcani ancora attivi — Ragione della discontinuità fra i vulcani spenti e i vulcani attivi — I vulcani ora spenti nàcquero dopo la formazione delle montagne — Il plutonismo e il vulcanismo si càmbiano facilmente l'uno nell'altro.

368. Laddove apparìscono forme uguali a quelle presentate dai monti vulcànici e tròvansi materie della natura stessa di quelle vomitate dai vulcani e disposte nel medèsimo modo, quantunque sia cessato ogni movimento e sparita ogni traccia di attività vulcànica, noi non esitiamo ad asserire che vi esistette un vulcano, ma che il vulcano è spento. In Italia vi sono tre località, ove esìstono vulcani in pieno corso di azione: a Nàpoli il Vesuvio, alle ìsole Eolie lo Strònboli, nella Sicilia l'Etna; ma vi sono moltìssime località, ove un tempo ardèvano fuochi vulcànici che ora sono spenti. Nell'Italia settentrionale òffrono prove evidenti di antico vulcanismo i monti Bèrici e i colli Euganei: nell'Italia centrale l'antico vulcanismo ha lasciato tracce incancellàbili nelle cèneri e nei lapilli del lago di Bolsena, nelle trachiti del monte Amiata, nella rupe basàltica di Radicòfani: il lago di Bracciano, come quelli dei monti Cimini, come i laghi di Albano e di Nemi, altro

evidentemente non sono che antichi crateri; e le materie di cui sono costituiti i monti Cimini, le colline di Albano e i colli stessi di Roma, non pòssono lasciare alcun dubbio circa l'esistenza in quèi luoghi di antichi vulcani. Quanto a quelli dell'Italia meridionale, due specialmente attràggono l'attenzione dei naturalisti; perchè sono una rappresentazione di vulcanismo, che non potrebbe desiderarsi, nè più spiccata, nè più completa, voglio dire il vulcano di Rocca-Monfina, collocato presso la città di Sessa sulla via da Roma a Nàpoli, e il Vùlture, collocato a levante di Nàpoli, a mezza strada fra i due mari e dal lato orientale dell'Appennino. Nella Sicilia esìstono vulcani spenti in Val di Noto.

369. I vulcani, che abbiamo nominati, pòrtano ben a ragione il tìtolo di spenti; mentre i loro incendj cessàrono da tempi tanto antichi che non v'è alcuna tradizione che li ricordi. Tutti i vulcani spenti d'Italia sono spenti da tempo immemoràbile. Questo fatto è molto significante e mèrita che ci fermiamo a farvi sopra alcune considerazioni. Qual può mai èssere la ragione per la quale, nello stesso paese, in condizioni geològiche affatto somiglianti, debba esìstere una così recisa separazione tra i vulcani in istato di attività ed i vulcani spenti? Dei nostri tre vulcani attivi non abbiamo dato alcuno per pronosticare quale sarà il primo che si spegnerà. Dei vulcani spenti non v'è alcun dato per conòscere qual fu l'ùltimo che si spense. Tra lo spegnimento degli uni e quello degli altri s'interpone un lungo corso di sècoli, ed è possibile che altrettanto

tempo sìasi interposto fra i loro rispettivi nascimenti. Fra i vulcani spenti ed i vulcani attivi si era creduto d'aver trovato l'anello di congiunzione in certi vulcani che non sono nè intieramente spenti, nè pienamente attivi, che dànno tuttavìa qualche segno d'un'imperfetta attività, e sono stati la sede di eruzioni, avvenute in èpoche ben determinate, anzi non molto lontane da noi. Tali sarèbbero i vulcani dell'isola d'Ischia, o quelli dei Campi Flegrèi, od altri collocati nelle ìsole Eolie. Ma questi vulcani, che fùrono classificati tra i vulcani sopiti o semispenti, non hanno alcuna particolare individualità. La loro stessa sede nell'immediata vicinanza di vulcani attivi ne induce a crèdere ch'essi non sìano che una parte necessaria ed obbligata di questi e non dèbbansi giudicare vulcani indipendenti, come nessuno ha mai pensato di crèdere tali, quèi numerosissimi crateri vulcànici che successivamente dièdero segni di attività sulle pendici dell' Etna. Ma ciò si vedrà meglio più tardi; per ora ritorno a fare osservare che tra i vulcani spenti ed i vulcani attivi pare che esista un salto; cosicchè non siamo autorizzati a colloarli tutti sopra un' ùnica serie, e a crèdere che gli uni sìano i successori, o la continuazione degli altri.

Procuriamo di mèttere in chiaro la gènesi probàbile di queste due serie diverse di vulcani.

370. Quell'ammasso di lìquido terrestre, ch'era destinato a produrre l'Italia, aveva già in gran parte compito il suo lavoro e le montagne itàliche avèvano raggiunto una fase inoltrata della loro formazione quando, pel

lìquido imprigionato sotto di esse il quale, per la progrediente consolidazione, dilatàvasi ed emetteva copie grandìssime di gas, il terreno, agitato da continui terremoti, cedette all'azione sempre più enèrgica delle interne forze espansive. Le montagne vènnero schiantate dalle loro fondamenta e portate ad una stazione più elevata; fesse o spezzate le pareti che prima racchiùdevano il lìquido in tante càmere separate, questo potè di nuovo ricostituirsi in massa entro estesi bacini; e, col consolidarsi, dovette dare orìgine ad espansioni vulcàniche che si sfogàrono attraverso alle fenditure le quali necessariamente avèvano dovuto aprirsi nelle sotterranee volte in occasione del grande sconvolgimento che si è di sopra accennato.

571. Che sia effettivamente accaduto il dichiarato dislocamento delle montagne itàliche, molti luoghi delle nostre coste il mòstrano manifestamente; come, per es., si vede nelle spiaggie di Sorrento, o in quelle dell'ìsola di Capri. Ivi le basi delle montagne spòrgono fuori dal mare liscie, ritte, a perpendìcolo, come se fòssero muraglie fabbricate dall'arte. Dov'è rimasta, si potrebbe domandare, l'altra porzione della montagna, quella che dovrebbe continuar la pendenza della sua parete inclinata? Non v'è a dare che una sola risposta: l'altra porzione della montagna è rimasta sepolta giù in basso sotto l'onde del mare e sotto l'immenso cùmulo dei depòsiti nettùnici: egli è appunto perchè si è sollevata soltanto una porzione della montagna che diventàrono accessìbili le interne cavernosità prodotte dai gas che

ivi anticamente s'èrano condensati, e le quali dovèvano èssere chiuse da tutte le parti. Tutta la costa è traforata da queste grotte in cui si può entrare col battello; e assài facilmente per la loro forma si pòssono distinguere da quelle che sono il prodotto di grandi spaccature a cui andò soggetto il terreno.

Nell'isola di Capri si vede apertamente che la parte media, ov'è il villaggio che dà il nome all'isola, subì un sollevamento molto minore che non le due parti estreme, cioè, quella ove siede Anacapri e quella collocata dalla parte opposta, ov'era uno dei palazzi dell'Imperatore Tiberio. Anche quì la grotta azzurra e le altre grotte rinfòrzano la prova del dislocamento delle montagne; e una bellìssima prova ei viene finalmente offerta da uno di quegli scogli sporgenti dal mare che pòrtano il nome di *faraglioni,* entro il quale àpresi una porta arcuata di tanta grandezza che vi si può comodamente passare attraverso con un battello. Vèdesi rialzata la parte centrale della grotta; mentre le due estremità, che le dovèvano servir di chiusura, rimàsero seppellite.

372. Essèndosi smosse le montagne per l'azione della forza espansiva spiegata dal lìquido che rimase sotto di esse imprigionato; essèndosi di nuovo questo lìquido al di sotto delle montagne congiunto in vasti bacini; essèndosi stabilite in conseguenza del dislocamento varie sconnessioni che rendèvano più fàcile al lìquido sotterraneo il comunicar col di fuori, si trovàrono riunite tutte le condizioni necessarie perchè ciascun bacino nel

consolidarsi desse origine ad un vulcano. E i vulcani si prodùssero, e duràrono attivi, finchè durò nei bacini tanta materia lìquida che valesse ad alimentarli. Le ùltime reliquie di liquido, che rimàsero imprigionate sotto i vulcani chiusi, non servìrono più ad altro se non che a promuòvere i terremoti che di quando in quando scuòtono anche al presente quelle antiche sedi di vulcani, e ad alimentare le varie sorgenti di gas, le acque termali o minerali, i bulicami e le salse.

373. La medèsima serie di fatti, per cui si svòlsero i vulcani dal fondo di quel lìquido terrestre che diede orìgine alla penìsola itàlica, dovette senza alcun dubbio replicarsi nel fondo di quel vasto mare di lìquido terrestre che aveva dato orìgine al continente. Nelle diverse provincie geològiche del detto continente, le quali avèvano avuto orìgine dalla consolidazione di particolari porzioni del lìquido stesso, appàrvero i rispettivi vulcani come in Italia, e poi si spènsero quando il lìquido, destinato ad alimentarli, fu quasi per intero consolidato. Senza alcun legame con essi, compàrvero alla luce quegli altri vulcani che mèttevano radice nel plutonio rimasto lìquido in fondo al mare vastìssimo, da cui era uscito il continente. Se qualche residuo di lìquido restò rinchiuso al di sotto delle regioni, sulle quali si distèsero le terre d'Àfrica e d' Europa, e se questo lìquido, dilatàndosi, cercò sforzare l' inviluppo che lo imprigionava, dove mai avrebbe dovuto aprirsi la strada per giùngere allo scoperto? Era a crèdersi che dovesse smuòvere, o lacerare l' inviluppo, laddove gli facèvano contrasto le

immense moli delle Alpi, o dell'Atlante? Non era assài più probàbile che il lìquido dovesse vìncere la resistenza, laddove questa si presentava minore, laddove v'era minore quantità di materia da smuòvere? Fra l'Europa e l'Àfrica distèndesi una profonda vallata, invasa dalle acque, che porta il nome di mare Mediterraneo; ed è naturale che il lìquido terrestre dovesse aver più facilità di rómpere l'inviluppo nel fondo di questo mare che non nei luoghi torreggianti, occupati dalla terra. E infatti noi vediamo che il Mediterraneo è il campo chiuso di questi fenòmeni; ed anche ultimamente nel 1866 si vide sòrgere una nuova formazione vulcànica nell'Arcipèlago di Santorino. Non dico che il lìquido terrestre non abbia dovuto procurarsi altri sfoghi in altri mari, o in qualche ìsola, od anche nel bel mezzo del continente in punti lontanìssimi da ogni mare; ma soltanto affermo che il mare Mediterraneo è un luogo particolarmente adatto a questo scopo.

371. Avvenne adunque che in tempi abbastanza lontani, perchè fòssero anteriori a tutte le più antiche tradizioni, i terremoti e le pressioni del liquido terrestre apèrsero nel fondo del Mediterraneo una gran fenditura in forma di croce, i due rami della quale avèvano il loro punto d'incontro, laddove adesso sorge l'isola di Lìpari; e il cammino ch'essi tènnero, ci viene indicato, pel ramo trasversale dalla posizione occupata dalle varie ìsole vulcàniche, Strómboli, Panarìa, Lìpari, Saline, Filicuri, Alicuri ed Ùstica, e pel ramo longitudinale dalle posizioni occupate dal Vesuvio, da Lìpari, da Vulcano

e dall'Etna. Vèdesi che questo ramo della fenditura da una parte pose capo alle coste d'Italia nel golfo Partenopèo, e dall'altra parte, passato sotto la Sicilia presso Patti fra il capo Orlando e il capo Milazzo, pose a soqquadro il vasto golfo che allora esisteva dove ora sòrgono molti popolosi villaggi e alcune ricche città, tra cui la sontuosa Catania. Fu lungo questo braccio della fenditura, anzi ai due estremi della stessa e nel punto intermedio, ove principalmente trovò modo di scaricarsi il lìquido terrestre, dando origine ai nostri tre vulcani, rinomati e notìssimi, il Vesuvio, l'Etna e lo Stròmboli. E quì si noti che per buone ragioni le quali si vedranno sviluppate più tardi, allorchè parlo del Vesuvio, intendo comprèndere come parti integranti dello stesso tutti i vulcani del golfo, così quelli dei Campi Flegrèi, come quelli delle ìsole di Pròcida e d'Ischia; e, quando parlo dello Stròmboli, intendo comprèndere in esso tutti i vulcani delle ìsole Eolie; seguendo in ciò quanto vien praticato da tutti quelli che, parlando dell'Etna, vi sògliono comprèndere i monti Rossi, il monte Frumento e tutti i numerosi monti vulcànici che sòrgono sopra i suoi fianchi.

375. Se le cose avvènnero nel modo accennato, emerge chiaro il motivo per cui non v'è continuità fra i vulcani spenti e i tre vulcani attivi. Traendo la loro origine da fonti diverse e non essendo vincolati da alcun legame, era naturale che tra gli uni e gli altri non esistesse alcun passaggio regolare e non mostràssero di appartenere ad un'ùnica serie continuata.

376. Ora, se i vulcani spenti hanno veramente l'orìgine che ad essi noi abbiamo assegnata, quantunque antichìssimi, dèvono èssere posteriori alla formazione delle montagne plutòniche da cui sono circondati. Lo studio della giacitura relativa dei prodotti dei vulcani e delle montagne circostanti può fornirci lumi sufficienti per risòlvere con sicurezza la proposta questione. I geòlogi che se ne occupàrono di propòsito vènnero alla conclusione richiesta dalla mia teorìa; ed io, nell'addurre le ragioni che mìlitano a mio favore, cercherò di appoggiarmi alla loro autorità, tanto più che questa non può eccepirsi, mentre sopra di me potrebbe cadere il sospetto che accomodassi alquanto i fatti a seconda dei bisogni della mia càusa. Dirò pertanto che il Prof. Giuseppe Ponzi, ne' suòi pregèvoli lavori sulla geologia del Lazio, ammette esplicitamente e ripetutamente che i vulcani incominciàrono a manifestarsi dopo che la formazione delle montagne aveva già compite tutte le sue fasi; ed anzi, nella sua dotta Memoria *Sopra i diversi periodi eruttivi determinati nell'Italia Centrale*, (Roma 1864), alla fine della pàgina 25, usa questa felicissima espressione: » Così si formò il vulcanismo » coll'esaurimento del plutonismo ». Nella Memoria di Luigi Palmieri ed Arcàngelo Scacchi, intitolata: *Della regione vulcànica del Monte Vùlture e del terremoto ivi avvenuto nel dì 14 Agosto* 1851 (Nàpoli 1852), Memoria che è un vero giojello scientìfico come pochi ve ne sono, e che in sèguito dovrò molte volte citare, ecco che cosa si legge a pàgina 63:

» *Se il Vùlture sia stato un vulcano sottomarino* ».

» Il Vùlture è il vulcano più mediterraneo, che
» abbiamo nel nostro regno. Esso può estimarsi tren-
» taquattro miglia lontano dal mare più vicino che è
» presso l'imboccatura dell'Òfanto, e per questa condi-
» zione esso si allontana dalla règola generale di ès-
» sere i vulcani in vicinanza del mare. Nondimeno
» essendo esso un vulcano estinto da tempi immemo-
» ràbili, potrebbe crèdersi che quando le vicine colline
» èrano rischiarate dai suòi incendj e rimbombàvano
» pel fragore de' suòi boati, il mare fosse presso le sue
» radici; e che appunto per èssersi il mare allontanato,
» le interne sue bolge si fòssero spente. Senza dilun-
» garci in questo argomento, pel quale non è fàcile
» venire a buon fine, ci basta fare osservare che la po-
» sizione geogràfica del Vùlture rende solo probàbile
» che il mare fosse nell'època delle sue conflagrazioni
» poche miglia più vicino che non lo è al presente,
» e che sempre fosse stato notabilmente discosto. In-
» tanto l'idèa, da molti geòlogi careggiata dell'orìgine
» *sottomarina* dei vulcani ci porta sopra un altro campo
» a discùtere se gl'incendi del Vùlture fòssero scop-
» piati sotto le acque del mare, ovvero a cielo aperto,
» in mezzo al continente, già emerso dal mare ». Ed
ecco come conchiùdono i chiari autori alla pàgina 66:
» E delle sue rocce (del Vùlture), avendo con assidua
» curiosità investigato la composizione e la giacitura,
» non abbiamo incontrato alcun segno che potesse far
» presùmere di èsser esso mai stato ricoperto dal mare.

» Che anzi le sue relazioni coi terreni nettuniani prece-
» dentemente esposte dimòstrano che sin dal primo
» apparire del vulcano, le circostanti terre èrano già
» emerse dal mare il quale aveva dato origine ai de-
» pòsiti subappennìnici. Soltanto può mèttersi in forse
» se la sua comparsa avesse preceduto o pur no il
» conglomerato a grandi ciòttoli; e nel toccare questa
» quistione abbiam veduto èssere più probàbile che il
» vulcano fosse stato posteriore. Ma per gli altri terreni
» depositati dal mare non cade dubbio che questi fòs-
» sero più antichi. La stessa altezza di oltre cinque-
» cento metri della *base* del Vùlture sul livello del mare
» è una pruova di più per rimanere meglio persuasi
» che esso avesse esordito le sue conflagrazioni all'aria
» lìbera ».

La conclusione a cui vènnero Ponzi, Scacchi e Palmieri relativamente ai vulcani del Lazio ed al Vùlture, è quella a cui siamo necessariamente condotti per tutti gli altri vulcani spenti d'Italia, se ci facciamo a studiarli colle medèsime norme. Si può pertanto ammèttere, come un fatto indubitàbile, che i vulcani spenti d'Italia nàcquero dopo che le montagne èrano già formate e che il lavoro plutònico del lìquido era compiuto.

377. Quel residuo di materia lìquida che non si era ancora consolidata, rimasta in fondo al vaso, era come la feccia del lìquido terrestre e ne conteneva tutte le impurità. Ciò era già una buona ragione, perchè il lavoro cambiasse di natura e da plutònico che era, fosse

diventato vulcànico. C'è poi da considerare che per la limitazione delle aperture attraverso alle quali il liquido era costretto a sfogarsi tutte le sue evoluzioni dovèvano còmpiersi con ìmpeto e con violenza assumendo in sommo grado le forme più caratterìstiche dei veri lavori vulcànici. D'altronde i confini che sepàrano il vulcanismo dal plutonismo sono instàbili ed incerti; cosicchè, mentre vediamo un lìquido, costituito per lavorare plutonicamente, per l'effetto di circostanze esteriori, mèttersi a produrre lavori d'indole vulcànica; vediamo anche frequentemente il liquido uscito dalle bocche vulcàniche produrre, consolidàndosi, veri lavori plutònici e, invece di formar crateri da cui eròmpere e traboccare, lo vediamo accumularsi tutto sopra sè stesso e dare origine con materiali vulcànici a vere prominenze montuose. Il Vùlture ci porge anche di ciò bellìssimi esempj, come vedremo nell'*Artìcolo* che segue.

Articolo V.

Fenòmeni singolari rilevati nel Vùlture da Scacchi e Palmieri.

Auinofiro del castello di Melfi e trachite del monte Olibano — Auinotrachite del vulcano delle Braidi — Mancanza degli ordinarj fenòmeni volcànici quando le lave divènnero plutòniche — Come si formò il pizzuto di Melfi e gli altri anàloghi pizzuti — Modo con cui si formàrono nei vulcani i successivi recinti e i crateri innestati gli uni negli altri.

378. Il Vùlture nella giacitura delle sue rocce presenta alcuni fenòmeni singolari che attràssero l'attenzione degli egregi Scacchi e Palmieri. Essi li pòsero in rilievo e cercàrono di spiegarli. Assalito il problema colla perspicacia che li distingue, fùrono ad un filo di toccarne la soluzione; ma ogni passo che li avvicinava allo scopo, era una concessione che inconsciamente facèvano alla mia teorìa; e, se non lo raggiùnsero completamente, egli è perchè in questa materia non si può pronunciar l'ùltima parola, senza ammèttere la mia teorìa in tutta la sua estensione. Il mio diritto di parlare in tal guisa verrà chiaramente provato dalla discussione, che ora intraprendo.

A pàg. 93 e seguenti della citata Memoria si legge:

» La giacitura dell'auinofiro non va sfornita di
» qualche importanza. In esso vòglionsi distinguere due
» parti, l'una in forma di letto della grossezza varià-
» bile di uno a tre metri, l'altra in forma di altìs-
» sima massa che dalla base della collina s'innalza a

» formare il suo più elevato cùlmine. La prima parte
» è disposta quasi orizzontalmente e con lieve declivio
» verso mezzodì e ricuopre l'alto piano del monticello
» su cui è edificata la città di Melfi. Essa si scuopre
» con piccole interruzioni lungo il perìmetro circoscritto
» dalle mura della città, a cominciare dal lato boreale
» dove è la porta troiana e girando per tutto il lato
» orientale e meridionale. Tutti gli edifizi della stessa
» città sono su di essa fondati, siccome lo mòstrano le
» strade non lastricate per le quali spesso si mostra alla
» superficie. Sotto la porta calcinara nel lato occiden-
» tale comincia ad acquistare maggiore grossezza; non-
» dimeno si scorge ancora sorretta dagli strati di tufo,
» e passando al fianco vòlto a maestro, scende in basso
» sino ai piedi della collina, ed in pari tempo s'innalza
» a formare il comignolo su cui è edificato il castello.
» È in questo luogo che la roccia non si appalesa più
» con le apparenze di corrente vulcànica; e volèndone
» giudicare al primo sguardo, ti par di vedere una gran
» massa uscita dal seno della terra con la medèsima
» forma che tuttora conserva. Intanto la sua continua-
» zione con l'altra parte in forma di estesa corrente
» che si è versata sugli strati di tufo, mette fuori di
» dubbio che ancor essa più sotto riposi sul medèsimo
» tufo, e che nel venir fuori, se non era molto lìquida,
» doveva avere àlmeno quella mollezza che rende le
» lave scorrèvoli. I geòlogi che non pòssono andare sino
» a Melfi per esaminare il suo piccolo vulcano, e la
» giacitura dell'auinofiro, potranno formàrsène un'idèa

» molto esatta vedendo la trachite del monte Olibano
» presso Pozzuoli. Non abbiam mai veduto due luoghi
» che tanto si somigliàssero per la giacitura delle loro
» rocce, e nel monte Olìbano ci ha la vantaggiosa con-
» dizione che i profondissimi tagli fatti nella trachite
» dalla mano dell'uomo mèttono in chiaro quello, che
» in Melfi rimane ancora occulto che cioè la gran
» massa non si continua sotterra ad ignota profondità,
» ma è soprapposta alle scorie eruttate, secondo ogni
» probabilità nello stesso incendio che dette fuori la
» trachite ».

» Nondimeno la smisurata altezza che in entrambi
» questi luoghi presèntano e la trachite del monte Olì-
» bano e l'auinofiro del castello di Melfi, sarà sempre
» un fatto del quale non è fàcile rèndere piena ragione,
» quando cerchiamo di sapere perchè la lava sia ri-
» masta così ammontata senza spàndersi nel sottoposto
» suolo, che si prestava benissimo a ricèverla ».

Ora questo fenòmeno che appar tanto strano e del quale si dichiara che sarà sempre diffìcile il rèndere piena ragione, è uno tra i più frequenti e comuni che si prodùcono nei mièi esperimenti vulcànici, anzi si può dire che è il fenòmeno fondamentale, su cui si vòlgono i càrdini della mia teorìa. E a dir vero, prima ch'io visitassi alcun paese vulcànico, avrèi creduto di dovermi incontrare in esso assài più frequentemente di ciò che mi avvenne. Per altro la sua esistenza in questo e in altri casi, così bene accertata, e l'impossibilità di darne spiegazione senza ricòrrere alla mia teorìa, rende

a favore di questa una preziosa testimonianza. È secondo la mia teorìa che da per tutto, ove in conseguenza di eruzioni vulcàniche si è raccolta una considerèvole quantità di liquido terrestre, questo, nel consolidarsi, o riprodurrà in pìccolo tutti i fenòmeni vulcànici del vulcano da cui provenne, o si accumulerà sopra sè stesso, salendo a notàbili altezze, senza mai traboccare nè spandersi, e producendo in pìccolo una vera montagna. Nel primo caso, che è quando il gas esce impetuoso dal lìquido, si formerà il cratere, vi saranno esplosioni di materie frammentarie e le lave fluite si avvolgeranno di scorie: nel secondo caso mancheranno le scorie e le materie frammentarie, nè vi potrà èssere traccia alcuna di cratere.

Continuando la citazione, vedremo come gli illustri autori cercàrono di affrontare e di vìncere le difficoltà e trovèremo nuovi argomenti a favore della nostra spiegazione. Riprendo la citazione, laddove fu interrotta.

» Egli è vero che possiamo supporre nell' època
» dell' eruzione non avere avuto la contrada le medè-
» sime ineguaglianze di terra che ora ci presenta; che
» dove la gran massa di auinofiro si presenta allo sco-
» verto forse vi era una valletta ch' è stata riempita
» dalla lava, e che in sèguito le alluvioni portando
» via la barriera che si oppose al cammino della lava,
» han lasciato questa denudata e fuori del profondo
» fosso nel quale si era accumulata a tanta altezza.
» Nella montagna vulcànica del Vùlture vi son pure altri
» fatti i quali attèstano i grandi cambiamenti di suolo

» avvenuti per alluvioni, e che favoriscono questa ipò-
» tesi. Non però di meno essa ci sembra insufficiente a
» dare spiegazione del fatto; dappoichè in tal caso do-
» vremmo trovare il lato scoverto della lava, se non
» piegato al di fuori, almeno verticale; ed invece lo tro-
» viamo piegato verso la collina con pendìo di circa
» quaranta gradi, e con tutte le apparenze che ci pòr-
» tano a crèdere èssere stato questo stesso il pendìo che
» aveva la corrente nel traboccare dalla parte del ca-
» stello. Con la medèsima ipòtesi nemmeno potremmo
» intèndere perchè l'auinofiro si fosse quivi innalzato
» al di sopra del piano della città di Melfi, che già ri-
» cuopriva con larghìssimo pantano di materie fuse ».

A questo modo fècero un primo tentativo di spiegazione; ma essi medèsimi, pesàndone la verisimiglianza con una critica severa ed imparziale, così difficile ad usarsi quando si tratta delle proprie vedute, fùrono tratti a giudicarla inammissibile. Nel paràgrafo che ora riporterò e che è il sèguito della citazione, si vedrà come fùrono tratti dal loro acume ad accostarsi alla vera spiegazione; ma come però, anche in questo caso ignari de' mièi esperimenti, si sviàrono a suppor condizioni che non sono per nulla necessarie. Ecco in che modo contìnuano:

» Forse il miglior avviso sarebbe di attribuire quel
» che ci òffrono di sorprendente le lave del monte Olibano
» e del castello di Melfi alla lòro particolare na-
» tura. Ed in vero chi non avesse mai veduto scòrrere
» le lave vulcàniche, non saprebbe comprèndere alcune

» stranezze, che gli occòrrono osservare quando le vede
» consolidate; non intenderebbe perchè esse talvolta
» invece di piegare dove più il suolo inclina, quasi
» spinte da miracolosa forza (*la forza miracolosa è*
» *il plutonismo*), si dirigono pel verso contrario ove
» ascende il piano; perchè in altri casi invece di con-
» tinuare il loro cammino per la china si sollèvano
» sopra sè stesse, e s'innàlzano a guisa di monticelli,
» siccome abbiam veduto accadere per la lava dell'ùl-
» timo incendio del Vesuvio del 1850 nell'atrio del ca-
» vallo. Tali fenòmeni fuori della comune opinione che
» ci òffrono i torrenti di materie fuse dipèndono da
» due cagioni che variamente agìscono nel tempo stesso;
» l'una di esse è la consistenza pastosa, più o meno
» tenace che hanno le lave vulcàniche, e che non mai
» vuolsi dimenticare nel prènder conto dei loro cam-
» biamenti; l'altra è la facilità d'indurirsi per raffred-
» damento nelle loro parti esterne, le quali sempre
» oppòngono ove maggiore ove minore ostàcolo al mo-
» vimento delle interne materie. Da ciò nasce che,
» tranne alcuni rari casi nei quali esse sono scorrè-
» voli oltre l'ordinario, il loro cammino è di meravi-
» gliosa lentezza, ed òffrono tante bizzarrìe che sono
» veri paradossi per chi volesse applicare le leggi idraù-
» liche al movimento delle lave. Se vogliamo conside-
» rare con tali vedute dimostrate dai fatti l'auinofiro
» del castello di Melfi, altra differenza non troveremo
» fra questo antico esempio e quelli che succèdono
» sotto gli stessi nostri sguardi se non che in esso gli

» effetti delle riferite cagioni sarèbbero di gran lunga
» maggiori. E dovremmo per ciò supporre che l'ai-
» nofiro fosse stato, quando scorreva in quel luogo, più
» tenace delle lave che sogliamo osservare, e più pronto
» a consolidarsi; le quali condizioni sèmbrano venir pure
» comprovate dalla mancanza di cratere nel vulcano
» di Melfi, come abbiamo precedentemente veduto ».

Ad osservatori così diligenti ed avveduti, quali sono Palmieri e Scacchi, non doveva sfuggire il fatto, frequentemente presentato dalle lave, di muòversi in modi affatto insòliti pei lìquidi, recàndosi ad altezze che sembrerèbbero ad esse vietate dalle leggi dell' idrostàtica; e molto giustamente riconòbbero l'identità di questi fenòmeni con quello che volèvano spiegare. Non è però consentaneo al vero che queste anormali altezze, raggiunte dalle lave, dèbbano èssere in rapporto colla loro consistenza pastosa; mentre è un fatto indubitàbile che essi potranno verificare, moltiplicando le osservazioni, e ch'io posso con tutta facilità dimostrare sperimentalmente, che la virtù ascensionale delle lave è piuttosto facilitata che non impedita dall'èssere le medèsime molto lìquide e molto scorrèvoli. Per ascèndere, allorchè sono di una pastosità assài tenace, è necessario che i movimenti si cómpiano attraverso ad ampj canali; e allora sono intermittenti e impetuosi, e non avvèngono con quella tranquilla uniformità, che è necessaria, affinchè il liquido, invece di ricader continuamente al basso, possa accumularsi sopra sè stesso edificàndosi la scala per salire ad altezze considerèvoli.

Ed ora torno a riprèndere la citazione.

» Vi sono altre due particolarità degne di nota
» che si riscòntrano sì nello stesso auinofiro, che nella
» trachite del monte Olibano. Entrambe queste lave
» acquìstano la maggiore altezza, e s' innàlzano sul
» livello della corrente, là dove il sottoposto suolo è
» più avvallato ». . . . . . . » Come poi la maggiore
» profondità del sottoposto terreno possa andare unita
» alla maggiore altezza di livello nelle lave, talchè
» sembri di èsserne la cagione, non abbiam saputo fi-
» nora chiaramente comprèndere ».

E infatti ciò non si può comprèndere finchè non si ammetta che la forza che pone in movimento il lìquido e cagiona il suo elevarsi è ìnsita in lui stesso; cioè, finchè non si ammetta il principio fondamentale della mia teorìa, che richiede appunto sìano tanto più spiccati i fenòmeni di plutonismo, quanto è maggiore la quantità di lìquido plutònico che li produce.

Ora si riprende la citazione:

» La seconda particolarità, di cui intendiamo far
» parola è la mancanza di scorie alla superficie delle
» riferite lave, o se non màncano del tutto, sono al
» certo scarsìssime in paragone delle ordinarie lave
» vulcàniche. Anzichè attribuire tale mancanza all' ès-
» sere state le scorie distrutte o portate via dalle allu-
» vioni, sèmbrami nel caso presente assài più naturale
» di conchiùdere che le lave non ne avèssero formate.
» E la ragione per la quale seguiamo questa sentenza
» si è che se le scorie potèvano èssere distrutte col

» tempo per cagioni meteòriche nella superficie supe-
» riore, avrèbbero dovuto trovarsi quelle della super-
» ficie inferiore; le quali essendo interposte tra la lava
» e la terra che la sostiene, non potèvano patire nulla
» per le alluvioni, nè per altre cagioni distruggitrici ».

La mancanza di scorie nella lava è un'altra prova che il liquido vulcànico ha lavorato plutonicamente e che, invece di riprodurre i fenòmeni vulcànici, ha prodotto quelli delle montagne.

379. Nè il caso, presentato dall' auinofiro di Melfi, fu il solo di quel gènere, che abbia fermato l'attenzione degli egregi naturalisti recàtisi a studiare la regione vulcànica del monte Vùlture; chè nella loro relazione poco dopo se ne trova descritto un altro affatto simile, presentato dal vulcano delle Braidi. Ivi trovàrono una collina, ove la lava si ammonticchiò sopra sè stessa fino all'altezza di duecento metri. Questa lava, essendo una specie di trachite ricchìssima di cristalli di auina, venne da loro con un ben appropriato vocàbolo chiamata auinotrachite; ed ecco come descrivono il fatto a pàgina 101: . . . . » l' aspetto col quale si presenta
» quella sterminata massa di auinotrachite dimostra
» abbastanza di non èssersi versata in forma di tor-
» rente su di un piano inclinato. Si potrebbe crèdere
» piuttosto al vederla ch' essa fosse emersa dal seno
» della terra già consolidata, e portando a un dipresso
» la medèsima figura che tuttora conserva, se non fosse
» che dal lato orientale essa si immette alquanto tra
» gli strati di conglomerati. Per la qual cosa si viene

» a comprèndere che non era nell'uscir fuori perfetta-
» mente rassodata, e che invece mentre conservava
» fino ad un certo grado la mollezza delle lave fuse,
» era dotata di tale tenacità da poter raggiùngere grandi
» altezze senza spàndersi orizzontalmente. Val quanto
» dire che la lava del vulcano delle Braidi aveva le
» medèsime qualità che già abbiamo veduto nella lava
» del castello di Melfi, e questi due esempi, che sono
» molto somiglianti fra loro, scambievolmente l'uno
» dall'altro ricèvono novello schiarimento. Ed in vero
» se quella parte dell'auinofiro di Melfi, che si spande
» sull'altopiano della collina addossàndosi ai sottoposti
» strati di tufo fosse nascosta da altre materie vulcà-
» niche, la gran massa sulla quale è edificato il ca-
» stello somiglierebbe in tutti i suòi particolari di gia-
» citura l'auinotrachite delle Braidi ».

» Continuando a paragonare le lave di questi due
» luoghi possiamo ancora conchiùdere che la seconda
» di esse avesse avuto maggiore tenacità della prima,
» perchè non si vede che in nessuna parte si fosse
» versata come quella in forma di ampio torrente, nè
» ci ha probàbile ragione di crèdere che fosse ascoso
» sotto i conglomerati qualche ramo partìtosi dalla
» massa di auinotrachite. Nel vulcano di Melfi il luogo
» dal quale è scaturita la lava pare che sia alquanto
» discosto dal castello e non molto lontano dal centro
» del colle; nel vulcano delle Braidi sembra invece
» che la bocca di eruzione fosse stata immediatamente
» dietro la parte che comparisce della sua lava ».

E più sotto alla pàgina 103 tròvasi scritto:

» E tra le cose più degne di nota che vi abbiam
» trovate non vogliamo tacere di un grosso pezzo di
» termàntide incastonato nell'auinotrachite, il qual fatto
» serve opportunamente per darci una valèvole dimo-
» strazione che questa roccia fosse stata fusa nell'uscir
» dal seno della terra ».

Par così singolare il fatto che le lave, invece di traboccare e di spàndersi, si accùmulino sovra sè stesse per modo da raggiùngere altezze considerèvoli e formar vere colline che, ogni qualvolta i chiari autori lo incontràrono, sentìronsi a primo tratto inclinati a pensare che quèi grandi ammassi fòssero usciti dal seno della terra colle forme stesse che ora presèntano, già belli e solidificati; se non che un attento esame delle circostanze concomitanti li costrinse ben tosto a ricrèdersi. L'auinofiro del castello di Melfi era la continuazione di altro auinofiro che aveva corso ed èrasi dilagato come la materia lìquida di un torrente; e, se manca questa circostanza per l'auinotrachite delle Braidi, si notò che essa èrasi immessa alquanto tra gli strati di conglomerati e che un grosso pezzo di termàntide vi era incastonato. Si ammise pertanto che le materie uscìrono dalla terra in istato tuttavìa di pasta molle che per altro si amò giudicare molto consistente e tenace. Abbiam già fatto osservare come, a dar spiegazione del fatto in discorso, non sia necessario il ricòrrere al principio di una grande tenacità nella pasta della lava; la quale proprietà pare ben anche che abbia mancato nel

caso dell'auinofiro di Melfi e che invece si sia verificata nel caso dell'auinotrachite delle Braidi. L'altro principio a cui vorrèbbero ricòrrere per dar spiegazione del fatto, cioè che fosse stata sommamente scarsa l'emanazione delle sostanze gasose, è contraddetto dal fatto istesso della considerèvole altezza a cui tanta quantità di materia è stata recata; effetto questo senza alcun dubbio della gran copia di materie gasose, che da essa emanò. Non è già nella deficienza delle materie gasose che si deve ricercare la spiegazione del fatto, ma bensì invece nel modo più uniforme e più regolare della loro emanazione; modo che solo in casi speciali si verifica nelle lave uscite dai vulcani, e che fu invece il modo generale con cui si comportò il lìquido terrestre, allorchè diede origine alle montagne; d'onde risultò che nelle montagne è solo per accidente e in casi eccezionali che si hanno le prove di trabocchi e spandimenti del lìquido; mentre nei vulcani è solo per accidente e in casi eccezionali che s'incòntrano le prove di grandi accumulamenti del lìquido, compiùtisi senza trabocchi e senza spandimenti.

380. In questi casi, com'è naturale, le lave, comportàndosi a somiglianza delle rocce plutòniche, màncano com'esse di scorie, e intorno ad esse sono scarse le altre consuete produzioni vulcàniche delle cèneri, dei lapilli e, in gènere, delle materie frammentarie. In un altro punto ancora spesso concòrdano colle montagne i vulcani produttori di queste lave, ed è che màncano di cratere; o perchè le lave uscirono dalla terra per

trasudamento, senza che il cratere vi fosse; o perchè il cratere, riempìtosi di queste lave le quali non andando soggette ai movimenti sussultorj, impetuosi e disordinati delle lave ordinarie, non potèvano èssere nè per intero spinte fuori, nè per intero riassorbite, dentro le ritenne finchè vi si consolidàrono e ne cancellàrono le tracce. Qualche volta, come avvenne nel vulcano di Melfi, un altipiano indica il luogo, ove distendèvasi il lìquido, quando riempiva il cratere; altre volte invece, come avvenne nel vulcano delle Braidi, non si ravvisa più nemmeno l'altipiano; essendo che il lìquido, cresciuto nel consolidarsi, lo ricoperse con un comìgnolo di montagna. Ecco in propòsito cosa si legge nella Relazione, più volte citata, a pàgina 90.

» A greco-tramontana del monte Vùlture e presso
» la sua base sorge isolata l'ùmile collina di Melfi. Alla
» sua forma poco manca per potersi dire a base cir-
» colare ed è superiormente in gran parte spianata e
» molto adatta a contenere una città cospicua. Se non
» fosse la lava vulcànica che vien fuori da suòi lati, e
» spesso in mezzo agli stessi edifizj della città esce allo
» scoverto, non si potrebbe mai pensare che essa sia
» stata un centro di vulcàniche eruzioni. Dappoichè non
» apparisce in cima alcuna cavità che tenesse luogo
» di cratere ».

E a pàgina 102 si legge:

» Nel vulcano di Melfi non v'è alcun segno di cra-
» tere, ed abbiam veduto che ciò ha potuto derivare
» dall'èssere stato colmato dall'auinofiro. Nel vulcano

» delle Braidi neppure si scopre alcun indizio di cratere,
» e dalle condizioni della sua roccia sèmbraci potersi
» conchiùdere che nel luogo appunto del cratere e su di
» esso si fosse innalzata la gran mole di auinotrachite ».

381. Questo modo particolare di contenersi di alcune lave vulcàniche, per cui sono atte ad accumularsi in altissime moli, serve a dar ragione anche di un altro fenòmeno, rimasto fino al presente affatto oscuro e che si cercò di spiegare immaginando colossali deformazioni avvenute ne' crateri per l' òpera delle forze di distruzione. Parlo del fatto di alcune considerèvoli prominenze che si vèggono sòrgere sull'orlo di varj crateri, segnàndone l'andamento o tutt'all'ingiro o per una determinata porzione. Mèrita a questo riguardo che quì si riporti quanto è scritto a pàgina 38 della tante volte citata Relazione, circa il cratere del Vùlture.

» L'aspetto esterno del Vùlture varia moltissimo
» secondochè da un lato o dall' altro si voglia riguar-
» darlo. Dalla parte orientale, lungo la linea occupata
» dalle città di Barile, Rionero ed Atella, esso si pre-
» senta assài maestoso sopra ampia base dalla quale
» s' innalza con dolce e pressochè uniforme pendio di
» circa ventisèi gradi inclinato all' orizzonte, e finisce
» in cima diviso in più vette alquanto acute disposte
» tutte per diritto da borea a mezzodì poco più verso
» occidente. Di queste vette se ne pòssono contar sette,
» quantunque non tutte egualmente distinte, e le màg-
» giori di esse sono appunto le più estreme, l'una de-
» nominata *pizzuto di Melfi*, che è la più settentrionale,

» e l'altra più meridionale che comunemente dìcesi
» *pizzuto di S. Michele o montagna di Atella.* Il pizzuto
» di Melfi è di tutte la più acuta e la più alta vetta ele-
» vàndosi di 1328 metri sul livello del mare e di circa
» metri 755 al di sopra della città di Rionero . . . . .
» Essa si scuopre pressochè nuda, non essendo le sue
» rocce ricoperte che di piante erbacee o di qualche
» raro arbusto, mentre poi il pizzuto di S. Michele è,
» come le altre minori prominenze poste nel mezzo,
» rivestito di folte boscaglie ».

E a pàgina 41 lèggesi:

» Rimane intanto ad osservare che il gran cratere
» del Vùlture, quale si presenta a chi lo contempla dal
» suo punto culminante, è aperto per quasi tutto il suo
» lato occidentale, ed in parte ancora del lato meridio-
» nale; che il suo maggior diàmetro, preso dalle basse
» pendici presso le sponde dell' Ófanto sino al pizzuto
» di Melfi, si estende alquanto più di tre miglia, ed il
» minor diàmetro della giogaja boreale a Monticchio è
» di un miglio e due terzi ».

Segue a pàgina 43:

» Per le condizioni topogràfiche finora esaminate
» nel monte Vùlture siamo guidati alla naturale con-
» seguenza che ivi fòssero stati due centri di eruzioni
» non molto discosti l'uno dall'altro. Il primo è certa-
» mente il più antico, la cui maggiore energìa ci viene
» indicata dalle gigantesche masse di rocce che ne sono
» derivate, è stato quello al quale si riferisce l'ampio
» cratere che continueremo a chiamare del Vùlture.

» Ad esso appartiene il pizzuto di Melfi con le due
» grandi giogaje l' una prolungata verso l' occidente e
» l'altra distesa a mezzodì sino al pizzuto di S. Michele.
» E limitando a queste sole parti ciocchè rimane del
» primitivo cratere, esso si trova aperto in tutta l'esten-
» sione dei due lati meridionale ed occidentale. L'altro
» centro di eruzione è il mezzo del minor cratere che
» chiameremo di Monticchio, o dei laghi, il cui recinto
» si congiunge con l'estremità meridionale del braccio
» orientale del cratere del Vùlture, appartenendo il piz-
» zuto di S. Michele ad entrambi i crateri. Esso come
» abbiamo veduto è chiuso in tutta la periferìa, ed
» offre nei laghetti due cavità che han potuto èssere
» due centri secondari di eruzione, sia che fòssero stati
» entrambi contemporanei, sia che l'uno avesse prece-
» duto l' altro ».

Finalmente a pàgina 87:

» Non vogliamo lasciare il pizzuto di Melfi senza
» fare su di esso due altre osservazioni. La prima ci
» vien suggerita dalla disposizione delle sue rocce nel
» lato meridionale, che come può dedursi da quel che
» or ora ne abbiam detto, si appalèsano appunto come
» avremmo dovuto attènderci di trovarle nei lati in-
» terni dei crateri. Ed anche supponendo che da questa
» banda fòssero state distrutte le rocce che in origine
» congiungèvano questa cima con l' altra più vicina,
» pure ci ha qualche cosa che ci lascia desiderare mag-
» giori chiarimenti. La seconda osservazione riguarda
» l'altra massa di augitofiro di cui si compone il suo

» vèrtice, e che per certo non poteva ascèndere a quel-
» l'altezza se le condizioni topogràfiche del Vùlture
» fòssero state nel tempo della sua formazione quali
» ora le veggiamo. Gli strati di conglomerati che sono
» nella base del pizzuto di Melfi ci assicùrano ch'essa
» stia sopra i medèsimi allogata, e che però non possa
» riguardarsi come il comìgnolo d'una gigantesca mole
» di augitofiro spinta dalle interne vìscere della terra
» in istato di solidità con la stessa forma che ora
» conserva. Dobbiamo adunque supporre che l'orlo
» del cratere del Vùlture nel tempo delle sue eruzioni
» giungesse a maggiori altezze delle attuali cime; che
» dove ora è il pizzuto di Melfi fosse stato uno dei
» suòi punti più bassi, il quale offriva alle materie fuse
» la fàcile strada per traboccare dal cratere; e che
» infine essèndosi quivi formato grande ammassamento
» di lave, e la loro solidità avendo opposto maggior
» resistenza alle diverse cagioni che hanno in sèguito
» demolite le altre parti, n'è avvenuto che fosse ivi
» rimasto il più eminente cùlmine ».

Il pizzuto di Melfi e tutte le altre vette, che fanno corona al cratere del Vùlture, hanno potuto elevarsi tanto alto al di sopra della loro base per quella stessa proprietà per cui l'augitofiro ha potuto per forza propria sollevarsi a formar la collina su cui fu fabbricato il castello di Melfi. Il fatto che il pizzuto di Melfi riposa sopra uno strato di conglomerato impedisce di crèdere, come ben fècero osservare gli autori della Relazione, ch'esso sia *il comìgnolo d'una gigantesca mole*

di augitofiro, spinta dalle interne viscere della terra in istato di solidità colla stessa forma, che ora conserva; ma non impedisce per nulla di ritenere ch' esso abbia potuto in istato di liquidità, o di una pasta più o meno consistente, per mezzo di canali più o meno numerosi, più o meno capaci, attraversare il conglomerato, senza smuòverlo, e poscia accumularsi al di sopra di esso, in modo da dare origine a quel colossale pizzuto. Vèdesi pertanto che la lava poteva salire fino a quella cima, senza che perciò le condizioni topogràfiche del cratere del Vùlture fòssero state al tempo delle sue eruzioni molto differenti di quelle che ora sono. Ammessa una tale possibilità, non v'era più bisogno d'immaginare un immenso cratere, per venire alla conclusione che deve èssere stato distrutto; ma, non ravvisata quella possibilità, l'ùnico mezzo plausibile per dare spiegazione del fenòmeno era appunto quello a cui ricòrsero Scacchi e Palmieri. Io vorrèi che i geòlogi non fòssero troppo fàcili nello scompigliar l' òrdine delle cose esistente e, per es., non creàssero un oceàno per dar ragione d'una conchiglia, non annichilàssero una catena di monti per dar ragione d'una valle, non sommergèssero interi continenti per dar ragione del ghiaccio accumulato anticamente in maggior quantità sulle nostre montagne. Molti grandi, straordinarj, ben dimostrati cambiamenti, sono realmente avvenuti sulla superficie del nostro pianeta: non potremmo noi accontentarci di questi? Io vorrèi che l' orografia della terra si accettasse tale e quale è, se ne spiegasse quanto si può, e non la si

rinnegasse per le difficoltà di spiegarla completamente. Mi sono permesso di uscir quì con questi propòsiti; perchè sono persuaso che i primi ad acconsentire con me dèbbano èssere appunto gli egregi Scacchi e Palmieri, dei quali ammiro più che non sappia imitare la somma temperanza delle opinioni e la decisa avversione ad avventurarsi nel mare periglioso delle ipòtesi, vacuo e senza confini.

382. Nell'esame dei nostri vulcani spenti si tròvano assài spesso le tracce di moltèplici crateri i quali sòrgono, torreggiando, l'uno dentro nell'altro, e facèndosi più ristretti di mano in mano che vanno occupando una stazione più elevata. È assài fàcile il dar ragione di questo fatto, ricordàndoci il modo col quale si dèbbono èssere formati i crateri e che apparisce chiaramente dalle seguenti parole, ch' io tolgo dalla pàg. 49 della nota Relazione: » Le materie fuse di cui si com- » pòngono le lave cominciano a venir fuori dal fondo » del cratere, e finchè dura la forza che le spinge, si » innàlzano sino a raggiùngere col loro livello il punto » più basso dell' orlo superiore, pel quale tròvano cò- » moda strada a sboccar fuori. Cessato l' ìmpeto della » eruzione, le medèsime materie che avèvano riempìto » il cratere, e che non èrano da esso sboccate, si ritì- » rano nell'interno della terra, lasciando il cratere con » l' ordinaria forma di còncavo cono rovescio ». In mezzo a queste continue oscillazioni che sòffrono le lave e di cui io potèi assegnare la vera cagione, avviene qualche volta ch'esse per un tempo più o meno

considerèvole, raggiunto nel loro movimento di ascensione o discesa un determinato livello, si fàcciano stagnanti. Allora si forma alla superficie una sòlida crosta, e l'espansione interna si sfoga ai limiti del cratere, facèndovi sòrgere all'ingiro una corona di prominenze, e, queste chiuse, avviene che la crosta ingrossàtasi cede all'impeto delle interne pressioni, in qualche luogo si làcera, e il liquido, sgorgando dalle fenditure, innonda una porzione del vecchio cratere, e getta sovr'esso le fondamenta del cratere novello; dentro il quale più tardi per la ripetizione della stessa serie di fenòmeni si vede spuntare più piccolo e più prominente un terzo cratere, e così di seguito. Epperò i crateri quali noi li troviamo accavallati gli uni sugli altri e gli uni negli altri innestati, presèntano ancora l'idèntico aspetto del dì che si formàrono, nè mai mutàrono le loro sembianze, nè mai succedèttero quelle catàstrofi, quèi parossismi, quelle corrosioni, a cui si attribuiva la càusa delle credute mutazioni.

SEZIONE I. SOTTO-SEZIONE II.

CAPO SECONDO

VULCANISMO ITÀLICO MARÌTTIMO

Articolo I.

I vulcani itàlici attivi.

Origine comune dei nostri vulcani attivi — Differenze caratteristiche dei nostri vulcani — I nostri vulcani non hanno più fra loro alcuna comunicazione — L'ipòtesi predominante circa la càusa dei fenòmeni vulcànici — Esame della detta ipòtesi e confutazione — Aumenti d'intensità nello svolgimento di alcuni fenòmeni vulcànici — Màncano ancora i dati per fare pronòstici attendibili circa l'estinzione dei vulcani — La lunga costanza nell'intensità dei fenòmeni vulcànici sviò i naturalisti dal trovarne la vera spiegazione — Convenienza di praticare esperimenti vulcànici sopra una scala grandiosa.

383. C'è motivo di crèdere che nel medèsimo tempo, e in conseguenza dello stesso avvenimento, incominciò a manifestarsi il vulcanismo nelle tre regioni itàliche ov'esso è ancora attivo: nel golfo di Nàpoli, nelle isole Eolie, sulla costa orientale della Sicilia. Il lìquido terrestre, annidato sotto il letto del mare Mediterraneo, per una grande fenditura potè mèttere il capo fuori

della sua profonda prigione e scaturir copiosissimo nelle tre località che abbiamo accennate. Il golfo di Nàpoli, che allora internàvasi maggiormente dentro la terra, n'ebbe il letto interamente innondato: un lago di liquido terrestre si distese in fondo al mare, là dove più tardi compàrvero le ìsole Eolie; e lo stesso avvenne per quel golfo della Sicilia, che fu la culla dell'Etna. Queste tre nappe di lìquido rimàsero per lungo tempo inerti nel fondo del mare, dove giacèvano sepolte sotto il doppio rivestimento di una prima corteccia sòlida e dei terreni nettùnici che vi si èrano sopra depositati. Quando incominciò la consolidazione in massa, il lìquido si gonfiò, gl'inviluppi fùrono portati in alto e si laceràrono; e dalle fenditure potè il lìquido scaturire, dando principio a quella lunga serie di fenòmeni vulcànici, che non ha ancora avuto il suo tèrmine. Dopo queste generalità, nelle quali tutti i vulcani nei loro primordj convèngono, accenneremo alcuna di quelle caratteristiche particolarità che stampàrono in fronte a ciascuno dei nostri vulcani una fisonomìa tutt'affatto individuale, e che sèrvono a ben differenziarli fra loro e a ben definirli.

384. I nostri vulcani, quali noi li vediamo attualmente, rappresèntano tre tipi diversi. Lo Stròmboli, ùnica bocca vulcànica perennemente attiva nelle ìsole Eolie, è un bel modello di vulcani a lavoro persistente; l'Etna ed il Vesuvio sono due vulcani a lavoro interrotto, con questa differenza che l'Etna è un vero modello di questa specie di vulcani e li rappresenta nel loro andamento il più regolare, mentre il Vesuvio ha

diportamenti stranissimi e rappresenta i vulcani a lavoro interrotto in ciò che hanno di più anòmalo e di più irregolare. L' Etna, come una buona massaja, ha saputo approfittare del tempo, s'è appropriato il frutto delle proprie fatiche ed ingrandì col prodotto de' proprj lavori. Il Vesuvio, come un pròdigo ed un pazzo, sciupava in un giorno il lavoro di qualche sècolo e gittava ai quattro venti i suòi prodotti; cosicchè, mentre le regioni circostanti ed anche alcune lontanìssime ne fùrono ingombre, esso rimase un monte di mezzana statura e di pìccole proporzioni. Alcuni dei monti avventizj, che crèbbero sul dorso dell'Etna, pòssono sostenerne il confronto senza scapitare.

385. Pel modo di loro origine è probàbile, anzi, vorrèi dire, è indubitàbile, che i tre vulcani, dei quali ora si tratta, èrano nei loro primordj in lìbera comunicazione; ma ben presto si fècero indipendenti; cosicchè egli è da tempo immemoràbile che ciascun di essi lavora per conto proprio, sottràttosi ad ogni comunanza d'azione e ad ogni solidarietà cogli altri due. Se qualche volta l' Etna ed il Vesuvio sembràrono accordarsi nel tempo del loro lavoro e qualche volta invece vicendevolmente supplirsi, è da ascrìversi a combinazione affatto accidentale, che non può avere alcun significato di fronte all' immenso nùmero dei casi, nei quali non fu possìbile lo scòrgere fra i loro lavori il più lontano rapporto. La stessa perpetua e inalteràbile attività dello Stròmboli è una perenne protesta contro l' opinione, ancora seguita da alcuni naturalisti, che i

nostri vulcani pòssano èssere in comunicazione non solo fra loro, ma ben anche con tutti gli altri vulcani quantunque collocati nelle più lontane regioni.

386. La maggior parte dei naturalisti si mostrò inclinata ad ammèttere che i fenòmeni vulcànici fòssero la conseguenza di una grande elevazione di temperatura; e due tra i più insigni vulcanisti, lo Scrope ed Arcàngelo Scacchi, si accordàrono nel supporre l'esistenza di un flusso calorìfico che, provenendo dalle regioni centrali della terra, investisse di quando in quando determinate porzioni della crosta, dove dilatasse e fondesse le rocce, ed òbbligasse quelle materie per l'aumentato volume a prorómpere dai profondi nascondigli ov'èrano annidate, ed a sfogarsi al di fuori.

Nell' òpera intitolata: *I Vulcani* di Poulet Scrope, traduzione francese di Endimione Pieraggi, edizione di Parigi, al Capitolo XII, § 14, pàg. 296 si legge: » Non » posso trattenermi dal crèdere come più di tutte ra» zionale la teoria che le eruzioni vulcàniche ed i ter» remoti siano originati dalla medèsima càusa prima, » cioè, dall'espansione di qualche massa minerale, se» polta nelle vìscere della terra; espansione dovuta al» l'*aumento della temperatura*, o alla *diminuzione della* » *pressione* ».

Ed alla pàgina 309, § 10 dell' Appendice al detto capìtolo: » Io inclinerèi piuttosto verso l'ipòtesi di un » nucleo raffreddàntesi gradatamente, e conservante » ancora molta parte dell'intensa temperatura dell'època » della sua formazione primitiva ».

E nello stesso paràgrafo alla pàgina 310: » Una
» sola ipòtesi basta a spiegare tutta la serie dei fenò-
» meni terrestri, i sollevamenti e i cedimenti in massa,
» i terremoti, le eruzioni vulcàniche e i loro mutui
» rapporti; questa ipòtesi è il passaggio variàbile del-
» l'efflusso del calore (che, com'è noto, sale continua-
» mente dall'interno della terra) da una massa sotter-
» ranea ad un'altra. Fu già dimostrato che questi spo-
» stamenti del flusso calorìfico, sono, non solamente
» probàbili, ma inevitàbili a cagione della conducibilità
» calorìfica sempre variata di queste diverse superficie,
» che sono rispettivamente sotto-aeree e sotto-marine;
» queste variazioni hanno necessariamente origine nelle
» influenze mutàbili delle forze oceàniche, meteòriche
» e vulcàniche ».

387. Dai tre passi, ora citati, si rileva che lo Scrope vicinissimo ad afferrare il principio fondamentale del meccanismo della vulcanicità, come apparisce dalla seconda citazione, se lo lasciò sfuggir di mano, come apparisce dalle altre due, ove, attribuendo la càusa dei fenòmeni vulcànici non più alla consolidazione d'un *nucleo raffreddàntesi gradatamente e conservante ancora molta parte dell' intensa temperatura dell' època della sua formazione primitiva*, ma bensì ad un aumento di temperatura proveniente da un flusso calorìfico, che, dipendendo da molte circostanze mutàbili, deve or quà or là necessariamente produrlo, ha finito a porre per base di fenòmeni necessarj una càusa accidentale. Dico che, dove ha sede un vulcano deve necessariamente

svòlgersi tutta la sequela delle conflagrazioni, che per un periodo di tempo sterminato lo tèngono in attività; ciò è la conseguenza delle leggi che govèrnano la consolidazione dei grandi ammassi di materie lìquide raffreddàntisi. Invece, attribuendo il fenòmeno delle conflagrazioni ad un aumento di temperatura, dopo che una conflagrazione accadde e che la temperatura si è diminuita, la successiva conflagrazione non potrà più accadere, se non si darà il caso che il flusso calorìfico sotterraneo prenda un'altra volta la stessa direzione di prima e ritorni a riscaldare quella medèsima località che fu la sede della conflagrazione anteriore. Sarebbe un fatto molto misterioso e regolato da leggi affatto sconosciute questo movimento del calore nell'interno della terra, per modo da ritentare frequentemente le medèsime vie già percorse, onde succede che le conflagrazioni vulcàniche si ripètano di sòlito nelle stesse località, piuttosto che manifestarsi di volta in volta in località sempre nuove. Partendo da questo principio, come riesce strano che vi sìano certe determinate località tanto particolarmente preferite dal flusso calorìfico, per cui i vulcani che noi diciamo viventi sìano tenuti per sì lungo tempo in istato di attività, così deve parere strano che là dove esìstono i vulcani, che noi chiamiamo spenti, il flusso calorìfico siasi per sì lungo tempo ostinato a non far più ritorno. In questa teorìa dovrebbe assài spesso accadere che si spegnèssero i vulcani accesi e si riaccendèssero i vulcani spenti, il che è precisamente l'opposto di ciò che succede.

Oltre che non s' intende che cosa possa spìngere questo flusso calorifico a concentrarsi piuttosto in un luogo che in un altro, e tanto meno s' intende perchè debba prediligere, sebbene a lunghi intervalli, costantemente i medèsimi luoghi, è a considerare che le lave uscite dai vulcani riprodùcono spesso in pìccolo tutta la serie dei fenòmeni vulcànici. Lo Scacchi istesso, sebbene partigiano del flusso calorifico, da quell' esimio osservatore ch' egli è, mette fuor d'ogni dubbio questo fatto importantìssimo, come si rileva dalle seguenti parole tratte dalla sua Relazione dell' eruzione Vesuviana del 1850, a pàgina 30:

» Èran pure ammirèvoli in mezzo all' asprezza di
» quella desolante pianura alcune cavità circondate da
» orli rilevati, che dimostràvano i luoghi, ove le lave
» avèvano fatta eruzione di materie frammentarie al
» pari dei pìccoli coni, d' onde esse èrano uscite. E
» questo era accaduto, come per altre osservazioni di
» tal natura mi è fàcile giudicare, non perchè si fosse
» aperto il sottoposto piano dell'atrio del cavallo, ma
» perchè le lave per sè stesse in taluni particolari ri-
» scontri proròmpono in tali eruttazioni ».

Ora, egli è ben chiaro che quando queste lave si determinàrono a produrre veri fenòmeni vulcànici, nessun flusso calorificò poteva èsser giunto fino ad esse ad investirle; chè anzi dall'istante, in cui uscirono dal vulcano, fino a quello, in cui si provàrono in pìccolo ad imitarlo, dovèvano èssere state in preda ad un processo di continuo raffreddamento. Dunque almeno quì

i fenòmeni vulcànici, piuttosto che attribuirsi ad un aumento di temperatura, dovrèbbero crèdersi la conseguenza del raffreddamento. Il fatto è che in questo caso e in tutti gli altri casi di fenòmeni vulcànici siamo costretti ad ammèttere ch' essi siano la conseguenza della consolidazione o, per dir meglio, della dilatazione e dello svolgimento dei gas, che tèngon dietro alla consolidazione. Chi potesse ancora dubitare di questa verità che è il fondamento di tutto il vulcanismo, non ha che ad assìstere a qualche mio esperimento per doverne restare pienamente convinto.

388. Ora dobbiamo prèndere in considerazione un altro fatto che per la teorìa del vulcanismo è della màssima importanza, fatto strano, in virtù del quale alcuni fenòmeni vulcànici, invece di andar gradatamente esaurèndosi, pòssono nello svòlgersi dar segno ripetutamente di cresciuta energìa. Il fatto venne rilevato da Guarini, Palmieri e Scacchi, e tròvasi consegnato nella loro Relazione della eruzione Vesuviana del 1855 dove a pàgina 141 si legge:

» Nondimeno la maggior maraviglia sta nel vedere
» aumentarsi le emanazioni gasose, mentre le lave han
» già cominciato ad impietrirsi. Le lave dell' ùltimo
» incendio di Maggio ci han mostrato ad evidenza la
» verità del fatto che asseriamo. Non possiamo dire
» che le acque cadute per le pioggie su di esse, risol-
» vèndosi in vapori per l' elevata temperie che incon-
» tràvano, siano state cagione del vedersi aumentare
» col tempo le esalazioni vaporose. Da una parte la

» gran copia di vapori non è comparsa col tempo pio-
» voso, dall'altra parte le fumarole novellamente com-
» parse o aumentate d'energia sulle lave da più giorni
» divenute immòbili, non dàvano soltanto vapori acquosi
» e talvolta non ne contenèvano affatto. Ma le materie,
» di cui si componèvano quasi esclusivamente le loro
» esalazioni sono state appunto i cloruri di sodio e
» potassio, che abbiam noverato fra le sostanze, che
» han d'uopo di maggior calore per volatilizzarsi. Nel
» fosso della Vetrana e presso l'abbattuto ponte tra
» S. Sebastiano e Massa di Somma ci si è manifestato
» più distinto questo fatto, e l'aumento delle emana-
» zioni vaporose è stato evidente, quando abbiam pa-
» ragonate quelle, che si esalàvano sùbito dopo che le
» lave cessàrono di fluire, e quelle che venivan fuori
» un mese più tardi. Abbiamo già discorso di una co-
» piosa sorgente gassosa comparsa nel fosso della Ve-
» trana non prima degli ùltimi giorni di Giugno. Essa
» l'ùltima volta, che l'abbiamo veduta, nei principj di
» Novembre dava ancora copiose emanazioni, che de-
» positàvano sulla vicina scoria elegantìssime fioriture
» saline; e per meglio poter valutare la quantità dei
» sali, che venivan fuori, il dì 25 Settembre vi allo-
» gammo sopra un grosso pezzo di lava scoriacea. Non
» ancora scorsi due giorni lo trovammo coperto di dense
» fioriture, le quali giungèvano all'altezza di otto mil-
» lìmetri; ed avendo raccolte quelle che ricuoprivano
» una superficie di 215 millìmetri lunga e 131 larga,
» la trovammo pesare grammi 22, 62. Quantità che

» forse niuno avrebbe creduto di poter raccògliere in
» sì breve tempo, su di un angusto spazio e da un solo
» spiraglio quattro mesi dopo che la lava èrasi fermata ».

» Considerando il fatto nel modo, com'esso appa-
» risce, si direbbe che nei vapori dei cloruri alcalini
» la elasticità si diminuisca, quando la temperatura
» oltrepassa il grado di calore necessario per farli pas-
» sare allo stato gassoso. Ovvero, se potèssimo consi-
» derare i medèsimi cloruri in chimica combinazione
» con altri elementi della lava, ci parrebbe vedere un
» altro esempio simile a quello dell'argento fuso conte-
» nente òssido di argento, l'ossìgeno del quale si spri-
» giona quando il calore si scema. Di entrambe queste
» supposizioni non possiamo èsser contenti e le abbiamo
» annunziate, piuttosto per dare una descrizione del fatto,
» anzichè per rènderne ragione ».

» E per non tacere quel che ci è venuto in mente
» nell'esaminare i fenòmeni di cui ci occupiamo, met-
» teremo innanzi alcune considerazioni, le quali se non
» basteranno per ora a rènderne chiara ragione, hanno
» almeno qualche probabilità in loro favore, e potranno
» servire a più accurate indàgini future. Siccome in
» sèguito esporremo, vi sono taluni fatti dai quali sembra
» potersi conchiùdere che nell'interno delle lave pròs-
» sime a consolidarsi vi sia notèvole accrescimento di
» temperatura. Quando ciò fosse ben dimostrato l'au-
» mento delle sublimazioni dei cloruri alcalini, ne sa-
» rebbe una necessaria conseguenza ed un fenòmeno
» dei più fàcili ad intèndersi ».

» Facciamo inoltre riflèttere che la gran copia delle
» materie volàtili, che sono imprigionate nella massa
» delle lave, può èssere d'impedimento alla loro esala-
» zione, e forse le une sono di ostàcolo all'esalàrsi delle
» altre. Diremo brevemente come intendiamo che ciò
» avvenga, e come questo stesso può servire a dar ra-
» gione del fenòmeno, di cui discorriamo. Egli è già
» noto che la forza elàstica delle sostanze vaporose,
» essendo le altre condizioni eguali, mentre si aumenta
» in ragione che cresce la loro quantità in un deter-
» minato spazio, s'incontra un limite, al di là del quale
» la forza espansiva segue un òrdine inverso di decre-
» scimento per l'attrazione, che spiega la sua attività
» nelle molècole obbligate dalla compressione ad avvi-
» cinarsi. Ora ponghiamo che nelle cellette delle lave,
» quando queste vèngon fuori dai vulcani, le diverse
» sostanze volàtili, che vediamo da esse esalarsi, vi
» siano contenute in quantità tale che a quel grado di
» calore il loro elaterio sia in parte vinto dall'attrazione
» molecolare, e sarà fàcile intèndere quali ne saranno
» le conseguenze. Le sostanze più fàcili a sublimarsi
» saranno in generale le prime che lentamente si svol-
» geranno, perchè dotate ad eguale temperatura di mag-
» giore elaterio. Intanto, divenute meno abbondanti le
» rimanenti materie vaporose, in esse la forza espan-
» siva non sarà più moderata dall'attrazione molecolare,
» ed anche, scemàndosi la temperatura, la loro elasti-
» cità verrà crescendo, e quindi crescente sarà la loro
» emanazione. Non potendo mèttersi in dubbio, perchè

» dimostrata dal fatto, la strabocchèvole quantità di
» materie volàtili contenute dalle lave, ed essendo pur
» manifesta la enorme resistenza che le medèsime ma-
» terie dèbbono vìncere, trovàndosi divise nelle minu-
» tìssime cellette delle rocce fuse imprigionate nelle
» viscere dei vulcani, la enunciata ipòtesi sembra avere
» in suo favore non piccola probabilità. E la medèsima
» ipòtesi potrebbe anche èsser vera e prènder parte
» nel fenòmeno dell'aumento delle materie gassose,
» emanate dagli igniti torrenti vicini ad impietrirsi,
» quando anche fosse ben dimostrato il contemporaneo
» innalzamento di temperatura ».

Chi ben esàmini tutta questa citazione, vi troverà cose della più alta importanza scientifica e degne di considerazione sotto varj rapporti. Vi si contiene intanto quanto basta alla dimostrazione di un fatto, il quale, uscendo dalla linea di quelli che abitualmente si ossèrvano, ha tanta apparenza di stranezza che i chiari autori che lo hanno così bene qualificato e quasi quasi chiamato per nome, non si dimòstrano in alcun modo inclinati ad ammètterlo. Il fatto è che le lave pòssono per un tempo assài lungo, dopo èssere state eruttate, mantenere nell'interno tracce sensìbili della loro antica liquidità. Il paragone che si fa tra le esalazioni vaporose delle lave e l'ossìgeno che si sprigiona dall'òssido d'argento, è della màssima verità; ma è da osservare che l'ossìgeno non si sprigiona dall'òssido di argento in conseguenza di una diminuzione di temperatura, ma bensì nell'atto della consolidazione dell'argento,

perchè l'argento liquido può tenere in dissoluzione una considerèvole quantità di ossìgeno che deve abbandonare allorchè si consòlida. Al principio erroneo, che le lave dèbbano nel loro interno a norma del tempo che passa diminuir sempre più di temperatura, sostituiamo quest'altro perfettamente consentaneo alle leggi che govèrnano la consolidazione dei corpi lìquidi, cioè, che la temperatura interna delle lave, là dove scaturìscono le esalazioni gasose, non può mai discèndere più in basso di quella che corrisponde al punto di consolidazione; e allora tutto ciò che prima era oscuro diventa chiarìssimo, e tutto ciò che pareva enigmàtico riceve la sua naturale spiegazione. Il fenòmeno dell'aumento di temperatura, così bene intravveduto eppure soltanto dubbiosamente affermato, tanto sembrava anòmalo e paradossale, non è che la ripetizione di un fenòmeno volgare, conosciutissimo. Si sa che il ghiaccio si fonde sempre alla temperatura invariàbile di 0°, e che invece l'acqua può rimaner lìquida ad una temperatura molto inferiore, qual'è quella di — 10, o — 12 gradi. È noto che il fòsforo presenta lo stesso fenòmeno con differenze di temperatura ancor più spiccate. Lo zolfo pure lo presenta; e però è a ritenersi come una legge generale che la temperatura della fusione è costante; ma non lo è quella della consolidazione, la quale varia al variare delle esterne circostanze, e non sùpera mai la temperatura della fusione, a cui rimane bene spesso notabilmente inferiore. Quando avviene un primo atto di consolidazione dell'acqua raffreddata a — 10, o a

— 12 gradi, si svolge tanto calore da portare il ghiaccio formàtosi e l'acqua rimanente alla temperatura relativamente elevata del punto di fusione, cioè a 0°. Lo stesso avviene pel fòsforo e per lo zolfo: lo stesso deve avvenire per tutti i liquidi, che si consòlidano ad una temperatura più bassa del loro punto di fusione. Ora l'applicazione al caso delle lave si presenta affatto spontaneamente. Per qual ragione dovrèbbero le lave sottrarsi alla legge di tutti gli altri corpi e non consolidarsi ad una temperatura molto inferiore al loro punto di fusione? Ebbene, ciò ammesso, è chiaro che ad ogni successivo atto di consolidazione deve corrispòndere un conseguente rialzarsi della temperatura fino a quella del punto di fusione; e, poichè nel caso delle lave la consolidazione è sempre accompagnata da svolgimento di materie aèriformi, queste, movèndosi nel loro interno, appòrtano con sè e comùnicano alle lave già solidificate, lungo tutto il loro cammino, il detto aumento di temperatura. Dopo di ciò resta interrotto il processo di consolidazione, come si è fatto osservare al § 68, pàg. 43 finchè la temperatura sìasi di nuovo depressa al punto di prima, e allora torna a risalire, poi di nuovo a discèndere, cosicchè queste oscillazioni fra due diversi lìmiti di temperatura si prolùngano necessariamente fino al completo esaurimento del processo di consolidazione.

Che poi l'esalazione delle materie gasose sia specialmente una conseguenza della consolidazione, non fa ormài bisogno d'avere assistito ai mièi esperimenti per

èsserne persuasi. Epperò la persistenza di queste esalazioni, almeno fin che sono copiosìssime, prova la persistenza di materia lìquida nell'interno delle lave. Per quanto paja poco verisìmile che le lave raffreddate e consolidate all'esterno da parecchi mesi dèbbano persistere così ostinatamente lìquide nelle parti interiori, se si considera èssere riconosciuto ed ammesso che nelle dette circostanze le parti interne consèrvano tenacemente la loro primitiva incandescenza, è tolta ogni ragione per rifiutarsi a crèdere alla durata dello stato di liquidità. E finalmente dirò che, se questi dèboli getti di lava mantèngono per tanti mesi il loro stato di liquidità, qual maraviglia che nel seno dei vasti laghi e degli sterminati mari di lìquido terrestre, che fornìscono l'alimento ai fenòmeni vulcànici, lo stato di liquidità debba perdurare per qualche decina di sècoli?

389. Se il lìquido terrestre si consolidasse come la cera per istrati, che andàssero continuamente depositàndosi nell'interno delle pareti a farne crèscere lo spessore, allora pel continuo diminuire della superficie di contatto tra il sòlido e il lìquido, la quantità della materia consolidàntesi dovrebbe andar gradatamente scemando: se invece esso non si consolidasse che per moltiplicazione di fili pullulanti nell'interno della massa, allora, aumentando sempre più la superficie di contatto fra il sòlido e il lìquido, la quantità di materia consolidàntesi dovrebbe andar gradatamente crescendo; epperò si vede come pel lìquido vulcànico, il quale si consòlida, partecipando dei due modi, siano possìbili i

varj casi, o di un esatto compenso, o della prevalenza dell'un modo sopra dell'altro; e quindi abbiamo esempj di fenòmeni vulcànici che, ora hanno luogo per lunghìssimo tempo con energìa mirabilmente costante, ora con energìa che va di mano in mano affievolèndosi, ed ora ben anche con energìa che va col tempo acquistando vigore. Questa variabilità della forma, sotto della quale si svòlgono i fenòmeni vulcànici e che è una loro proprietà caratteristica non ha più nulla di oscuro. Come vediamo le fumarole scaturir dalle lave con energìa per lungo tempo costante, e qualche volta aumentata, e poi cessare tutto ad un tratto senza quèi passaggi di regolare successivo infievolimento, che dovèvano farci prevedere il loro pròssimo esaurimento, così avviene e per le stesse ragioni che il lavoro il quale si compie nelle interne bolge dei vulcani a preparar le eruzioni, i parossismi, le conflagrazioni, continua ugualmente vigoroso per lunga serie di sècoli e dà poco segno di affievolimento, anche quando è pròssimo a cessare. Succede pertanto che dall'intensità del lavoro esterno d'un vulcano è difficile argomentare la sua età; perchè, s' egli è vero che nei primordj dell' esistenza l' attività dei vulcani è straordinariamente grande e che agli ùltimi estremi diventa dèbole, scarsa e stentata, è d'altra parte indubitàbile che la loro vigorìa si mantiene pressochè costante per tutte le èpoche intermedie; sicchè avviene dei vulcani come degli àlberi secolari, i quali crèscono rapidamente da principio, languìscono alquanto alla fine, ma in tutto il corso della loro lunga esistenza si

mòstrano sempre ugualmente robusti e rigogliosi, talchè si direbbe che non hanno età e che non invècchiano mai.

390. È stata questa lunga costanza nell'intensità dei fenòmeni vulcànici che fuorviò i naturalisti i quali ne cercàvano la spiegazione. Nessuno fermò il suo pensiero sulla possibilità che i detti fenòmeni fòssero la conseguenza di un processo necessariamente transitorio. Inoltre, mentre pareva che la forza vulcànica ad ogni conflagrazione si esaurisse, molto si fantasticò nel campo delle ipòtesi per discoprire qual fosse il complicato meccanismo, mediante il quale giungeva la natura a ravvivar di nuovo le forze spente e a ricondurle all'antica energìa. Il fatto è che un vulcano spento non può di nuovo ridestarsi. L'attività dei nostri vulcani, coll'esercitarsi, deve necessariamente esaurirsi; epperò anch'essi si spegneranno, come quelli che li han preceduti. La vita tiene in sè stessa il germe della propria distruzione e i vulcani partècipano della sorte di tutti gli èsseri viventi. La materia lìquida in preda ad un incessante processo di consolidazione deve necessariamente finire col consolidarsi per intero; ed allora, cessata la càusa dei fenòmeni vulcànici, cessa ogni vulcànica attività, ed il vulcano è spento per sempre. A tali spegnimenti non pòssono tener dietro misteriose risurrezioni. Avvenne soltanto che ci siamo parecchie volte ingannati nel giudicar spento un vulcano ch'era tuttavia vivente. Mancàvano i segni esterni della sua attività, ma il lìquido lavorava tuttora nella cavità vulcànica e vi accumulava le forze che dovèvano scoperchiare l'avello entro cui

si riteneva a torto che fosse stato sepolto. Il vulcano di Santorino ha ripetuto questo giuoco un buon nùmero di volte, ed anche attualmente, dopo aver dormito un lungo sonno, si è riposto in azione. Ma queste anomalie appartèngono a pochi vulcani, e sono dovute, come si è mostrato più indietro, alla presenza dell'acqua.

391. I nostri tre vulcani, quantunque si tròvino in una fase molto inoltrata della loro esistenza, pure sono tuttavìa in uno stato di tanta attività da rèndere assài difficile il prevedere l'època della loro estinzione. È questa una cognizione riserbata ai nostri lontani pòsteri; se pure, col moltiplicare gli esperimenti vulcànici e praticarli sopra una scala abbastanza grande, non arrivàssimo, come io credo possibilissimo, ad afferrare con sicurezza un qualche caràttere distintivo delle varie età dei vulcani, e quindi a conòscere anche da lontano i sìntomi precursori del loro spegnimento. I detti esperimenti ci disvelerèbbero per certo nel tempo stesso molti altri segreti che resistèttero finora alle perspicaci indàgini dei più valenti osservatori.

Artìcolo II.

Il vulcano Eòlico.

Mutamenti avvenuti nello Stròmboli — Come si formàrono le isole Eolie — Vulcanismo attuale nelle isole Eolie — Costanza dell'attività dello Stròmboli — Difficoltà di prevedere l'època dell'estinzione dello Stròmboli.

392. Lo Stròmboli, come si è già detto, è un vulcano a lavoro persistente col cratere aperto a mezza montagna. Esso però non si è sempre trovato nelle dette condizioni. È vero che nessuno scritto, o nessuna tradizione, ricorda l'època de' suòi cambiamenti; ma che questi siano avvenuti non si può mèttere in dubbio, sol che si esàmini la qualità, la struttura e la giacitura delle rocce entro le quali il vulcano tròvasi annidato. L'isola di Stròmboli è tutta evidentemente di natura vulcànica e fu il prodotto dell'antico vulcano. Ora la parte di montagna, che sorge superiormente al cratere fino al suo vèrtice, è costituita interamente di letti alternati di materie compatte che hanno fluito e di materie frammentarie che fùrono esplose. Questo fatto attesta due cose, cioè, che un tempo il cratere era aperto sul cùlmine della montagna e non come al presente verso la metà, e che allora, emettendo ad èpoche diverse alternativamente prodotti diversi, era anch'esso un vulcano a lavoro interrotto, come ora sono l'Etna ed il Vesuvio. Nè una sola volta il cratere di questo vulcano ha cambiato di posto, discendendo dalla cima

della montagna fin verso la sua metà; ma ebbe successivamente la sua sede nei varj punti culminanti dell'ìsola e prima che salisse fin là, cioè, prima che quelle cime fòssero formate, occupava necessariamente una stazione più bassa; anzi originariamente la sua stazione era tanto bassa, che non sopravanzava dalle acque del mare.

393. Il vulcano di Stròmboli non è che una parte integrante del gran vulcano da cui prèsero nascimento tutte le ìsole Eolie. Quivi, come abbiam già fatto osservare al § 374, pàg. 367, è dove trovàvasi il nodo di quel grande sistema di fenditure, da cui uscì tutta la materia che alimentò i nostri vulcani marìttimi. Il lìquido terrestre che scaturì in questa località dal fondo del mare diede origine ad un lago che distendèvasi molto più in là dello spazio ora occupato dal complesso delle ìsole Eolie. È da questo lago che le dette ìsole tràssero la loro origine, sviluppàndosi a seconda delle fenditure ed al di sopra delle bocche di alimentazione del lago. Col primo rigonfiarsi del lìquido si squarciàrono i rivestimenti sòlidi che vi posàvano sopra, ed esso potè da varj punti uscire ed, accumulàndosi, raggiùngere il livello dell'acqua e lasciar vedere, nascenti in mezzo al fuoco ed al fumo, le moltèplici sedi della novella formazione. Nè si deve crèdere che le ìsole Eolie àbbiano potuto formarsi in tempi diversi e assài lontani, come si verificò nella formazione delle isole vulcàniche del golfo di Santorino. Esse nàcquero gemelle e crèbbero concordemente nel medèsimo tempo, fatta forse

un'eccezione per qualcuna delle più insignificanti, le quali potrèbbero aver fatta la loro apparizione assài più tardi ed èssere venute ad innestarsi fra le altre, quando queste èrano già entrate in una fase molto inoltrata della loro esistenza. In generale le accennate produzioni tardive pòrtano con sè la fede della stentata loro orìgine ed essendo cresciute frettolosamente, per virtù d'impeti disordinati, non presèntano quei caràtteri di stabilità per cui si distinguono quelle che nàcquero al dèbito tempo e si svilupparono lentamente. Riteniamo adunque che vi fu un'època in cui quell'àngolo del Mediterraneo era la sede di molti ardenti vulcani, e le materie incandescenti uscivano all'aperto per numerose bocche ad ingrandire le ìsole che andàvano formàndosi. Ripeterò per queste bocche vulcàniche ciò che ho già detto più volte per casi consìmili, cioè, che da principio èrano tutte fra loro in comunicazione, ma che più tardi per la consolidazione progredita nell' interno del lago ove tutte avèvano comune la radice, avvenne che interamente si segregàrono e si rèsero le une dalle altre affatto indipendenti. Alcune delle dette comunicazioni potèrono più tardi èssersi temporaneamente ristabilite, in conseguenza dei guasti recati alle interne barriere dalla violenza dei terremoti. La diversità delle materie eruttate non esclude, nè la contemporaneità delle eruzioni, nè la esistenza delle comunicazioni. Moltìssime materie vulcàniche, risolte nei loro ùltimi elementi costitutivi, rivèlansi dall'idèntica natura chìmica, quantunque àbbiano apparenze diverse, pòrtino nomi

diversi e sìano considerate come rocce diverse. Le differenze sono puramente fisiche ed hanno relazione colle diverse circostanze in cui trovàvasi l'idèntico lìquido, allorchè passò allo stato di solidità. La copia delle materie gasose che uscìvano dal lìquido, la velocità con con cui lo attraversàvano e i diversi movimenti a cui questo era in preda, esercitàrono una grandissima influenza nel modificare la struttura e tutte le esterne apparenze dei prodotti della consolidazione. Così dèvono avere apportato modificazioni la celerità o la lentezza della consolidazione, e la temperatura diversamente elevata dalle diverse parti del lìquido secondo la posizione ch'esso occupava nel lago. Oltre a ciò non è a tacersi che ad aumentar la varietà dei prodotti contribuì ben anche il fatto di materie per natura chìmica veramente diverse le quali, raccolte in grandi ammassi, galleggiàvano lìquide o pastose, a guisa d'ìsole natanti, in seno al lìquido del lago. Del resto la diversità dei prodotti, uscenti dalle diverse bocche d'un medèsimo vulcano, non è cosa che debba menomamente recarci sorpresa in quanto che, come vedremo, questa è la règola generale; ed anzi è noto che anche le materie uscite dalla medèsima bocca vanno da una volta all'altra mutando di apparenza e di natura.

Riteniamo pertanto che la formazione delle isole Eolie fu l'effetto complessivo della consolidazione d'una ùnica massa di lìquido terrestre che sotto forma di un lago distendèvasi ad occupare uno spazio circoscritto nel fondo del mare. Le ìsole, almeno per la maggior

parte, cominciàrono a formarsi simultaneamente. Da principio le molte bocche vulcàniche, da cui crompeva la materia destinata a formarle, èrano in lìbera comunicazione fra loro. Più tardi ciascuna ìsola ebbe il suo focolare d'azione affatto distinto, essèndosi pel progresso della consolidazione diviso il lago in tanti scompartimenti affatto separati, quante èrano le ìsole che andàvano sviluppàndosi. Siccome poi in ciascuna ìsola èrano aperte varie bocche vulcàniche, anche queste, dopo aver lavorato per qualche tempo di conserva, andàrono isolàndosi e rendèndosi l'una dall'altra affatto indipendenti.

394. In quelle ìsole, dove la materia si preparò più ampie e più fàcili vie per recarsi all'esterno, il lavoro di formazione si compì più prontamente, le bocche vulcàniche non più alimentate dall'afflusso di nuovo lìquido si chiùsero, in alcuni luoghi restando visìbili le tracce dei crateri, in altri luoghi invece scomparendo affatto, riempiti e sepolti dalle materie che vi edificàrono sopra una cima di monte. I segni dell'attività vulcànica si ridùssero ai terremoti, alle fumarole, alle acque termali. Solo a Stròmboli ed a Vulcano persiste il vulcanismo ancora attivo in tutta l'integrità de' suòi ordinarj fenòmeni. A Vulcano vi è un cratere, da cui sgòrgano sibilando getti perenni di gas, tuttora quasi roventi, e nelle vicinanze esiste un cratere minore, situato in un antico isolotto, chiamato Vulcanello, ch'era interposto tra Vulcano e Lìpari e che al presente stante una copiosa eruzione di lave, da esso ùscita nel sècolo dècimo

sesto, tròvasi congiunto a Vulcano, con cui forma una ìsola sola. A Stròmboli esiste, come già abbiamo detto, una bocca vulcànica, entro cui vèdesi perpetuamente discèndere e risalire la lava, e da questa regolarmente suscitarsi esplosioni, onde i brandelli ne sono slanciati a grandi altezze, ed è continuamente alimentata una pioggia di pietre roventi che, scivolando giù per la china del monte, in parte ricàdono nel cratere, ove tòrnano a fòndersi e ad èssere di nuovo lanciate, ed in parte ròtolano fino al mare, ove si seppelliscono e si dispèrdono.

595. Per la straordinaria postura del detto cratere, non accumulàndosi mai le materie eruttate sovra i suòi màrgini, questi non si rilèvano mai, e così non cresce la resistenza contro le materie che vògliono uscire, e siccome non diminuisce e non cresce nemmeno la forza che tende a farle uscire, così avviene che il fenòmeno vada ripetèndosi per un tempo sterminato con una maravigliosa costanza. Affinchè la consolidazione possa procèdere con perfetta uniformità è necessario che ad intervalli uguali siano portate fuori dalla cavità vulcànica uguali quantità di calòrico. Il calòrico perduto dalla cavità vulcànica nel nostro caso si può desùmere dal movimento ascensionale delle lave, dalla copia dei gas emessi e dalle pietre lanciate. E, poichè questi fenòmeni pare che effettivamente si ripètano con inalteràbile uniformità, abbiamo motivo di crèdere che anche la consolidazione del lìquido nell' interna cavità vada colla medèsima uniformità progredendo.

396. Questa singolare costanza nell'attività dello Stròmboli ci toglie ogni dato su cui fondare un giudizio qualunque circa l'època probàbile della sua estinzione. Due considerazioni, che potrèbbero ajutarci, non fanno che accrèscere le difficoltà, perchè ci condùcono ad opposte conclusioni. Infatti, vedendo in molte delle ìsole Eolie già perfettamente compiuto ogni esterno lavoro vulcànico, potremmo trarne un indizio favorèvole alla pròssima cessazione del lavoro vulcànico anche in quelle parti dov'esso tuttora persiste; mentre ci fa inclinare verso l'opinione contraria la mancanza di frequenti e poderosi terremoti che sono il sìntomo precursore meno fallace della pròssima estinzione de' vulcani.

Articolo III.

Il vulcano Partenopèo.

Quanti sono i vulcani del golfo Partenopèo? — Insufficienza delle norme ordinariamente usate per risòlvere siffatte questioni — Quali sono le norme su cui si deve fondare il giudizio — Nel golfo Partenopèo non esiste che un solo vulcano — Formazione del vulcano Partenopèo — Cenno delle principali eruzioni Vesuviane — Visite al cratere del Vesuvio — Difficoltà di prevedere l'època dello spegnimento del Vesuvio — Fenòmeno che allora succederà.

597. Del Vesuvio si è tanto parlato che ben poche novità rèstano a dirsi. V'è però una questione che non mi pare abbastanza chiarita e sulla quale credo opportuno l'intrattenermi. Ai piedi del Vesuvio, costeggiando il golfo, passando per Nàpoli e per Pozzuoli e distendèndosi da una parte fino a Cuma e dall' altra parte per la via di Miseno alle ìsole di Pròcida e d'Ìschia, si dispiega avanti agli occhi del riguardante una regione eminentemente vulcànica. Da per tutto vi sono tufi e trachiti e scorie e pòmici e lave, da per tutto vi sono cèneri e lapilli e conglomerati vulcànici: frequenti sono i crateri in perfetto stato di conservazione, più frequenti gli avanzi di crateri alterati e diroccati; vi sono fumarole, mofete, acque termali; sono violenti e non radi i terremoti e abbiamo memorie stòriche ben accertate di varie vulcàniche conflagrazioni. Questa regione, che porta il nome di *campi flegrèi*, è stata tutta òpera di vulcanismo e pare che fosse la sede di un nùmero

considerèvole di vulcani. Ecco pertanto la questione. Questi vulcani dei campi flegrèi sono stati veri vulcani, distinti fra di loro e distinti dal Vesuvio, ovvero non costituivano fra tutti e col Vesuvio che un solo vulcano?

398. A poter risolvère debitamente una tale questione è necessario prima di tutto lo stabilire quand' è che più bocche vulcàniche si dèvono considerare come gli spiragli di un ùnico vulcano, e quand'è invece che si dèvono ritenere come appartenenti a vulcani diversi.

Il caràttere delle comunicazioni liquide sotterranee è insufficiente per cosifatta distinzione. È noto che due vulcani situati in regioni fra loro assài lontane, mettendo radice nel medèsimo mare di lìquido terrestre, pòssono èssere apparsi simultaneamente e per qualche tempo, nei loro primordj, èssersi mantenuti in comunicazione; ma ciò non ìmplica per nulla la conseguenza che quèi due vulcani, poco di poi affatto disgiunti e indipendenti, si dèbbano considerare come le parti di un solo vulcano. Vi sono invece bocche vulcàniche vicinìssime, impiantate sul medèsimo tronco vulcànico, e qualche volta aperte entro il circùito dello stesso cratere, le quali coll' indipendenza dei loro lavori dimòstrano di non ammèttere alcuna sotterranea comunicazione; nè perciò alcuno si permetterebbe di considerarle come appartenenti a due vulcani diversi.

Il caràttere, tratto dalla diversità delle materie eruttate, è ancor meno attendìbile, in quanto che i prodotti vulcànici presèntano spesso grandissime analogie, quantunque provenienti da regioni lontanissime,

ed òffrono spesso notàbili differenze, quantunque provenienti da due bocche vulcàniche assài vicine e perfino dall' idèntica bocca vulcànica nelle differenti eruzioni. Ora, per es., le lave del Vesuvio sono augìtiche, mentre le antiche eruzioni dièdero òrigine a lave leucìtiche.

Lo Scrope, descrivendo il monte Ferrù, vulcano spento della Sardegna, dice a pàg. 349:

» I dirupi più profondi, che sòlcano il fianco della » montagna, làsciano vedere un nucleo trachìtico. Noi » abbiamo dunque quì, come nel monte Somma, nel » monte Dore, nel Cantal e in molti altri luoghi, una » montagna vulcànica, di cui le prime eruzioni sono » state feldspàtiche e le ùltime augìtiche ».

Nella Relazione di Palmieri e Scacchi sulla Regione vulcànica del monte Vùlture, lèggesi a pàg. 116:

» Il primo caràttere alle medèsime comune (Re- » gioni del Vùlture e di Roccamonfina) è l' offerire » ciascuna di esse un gran monte, principal sede d'in- » cendj, presso la cui base vi sono altre minori bocche » d' eruzione, che han fornito rocce di natura diversa » da quella del vulcano maggiore. Il vulcano principale » di Roccamonfina è formato dal monte Cortinella; e » ci ha di più che le rocce di questo monte sono com- » poste di leucitofiri, e le rocce dell'altro monte di un » pòrfido trachìtico. Val quanto dire che in diversi » tempi quasi per lo stesso sotterraneo cammino son » venute fuori diverse specie di rocce. E, se potesse » meglio documentarsi ciò che abbiamo precedente- » mente detto del Vùlture che sotto i suòi augitofiri

» si asconde il cratere di una più antica formazione
» trachìtica, anche per questa condizione si avrebbe un
» altro caràttere di rassomiglianza tra la regione del
» Vùlture e quella di Roccamonfina. Il Vesuvio è co-
» stituito da un sol centro di eruzione, e la regione
» flegrèa, senza presentare alcun punto centrale, ha
» sopra ampia superficie molti crateri distribuiti senza
» alcun òrdine ed a breve distanza l'uno dall'altro. E
» quanto alle rocce, in diversi tempi eruttate, per il
» Vesuvio è sempre il leucitofiro, che passa in augi-
» tofiro, e per la regione flegrèa è costantemente la
» trachite ».

Queste citazioni non làsciano alcun dubbio circa il modificarsi delle materie che èscono successivamente dalla stessa bocca vulcànica, e circa la frequenza colla quale s'incòntrano vulcani aventi alla base altre minori bocche di eruzione, che fornìrono materie di natura diversa da quelle del vulcano maggiore.

La diversità delle materie, uscenti dalle diverse bocche di un medèsimo vulcano, è un fatto comunìssimo e dipende dalla diversa collocazione delle bocche rispetto alla cavità plutònica in cui tutte mèttono radice, dipende dalla diversa conformazione dei meati attraverso cui quelle materie dèvono passare, dipende infine dalle diverse forze che le spìngono ad uscire e dalle diverse resistenze che incòntrano nel loro cammino.

Questi grandi organismi minerali si compòrtano esattamente come tutti gli altri organismi nei quali ciascuna parte adempie ad un incàrico particolare; ed a

me sembra che a giudicare appartenenti a due diversi vulcani due bocche vulcàniche, unicamente perchè prodùçono materie diverse, si corra il perìcolo di comméttere lo stesso errore di chi asserisse che la testa e i piedi di un uomo non appartèngono allo stesso individuo, perchè su questi vede crèscere le unghie, su quella invece i capelli. Vediamo spesso nelle piante erbacee da una sola radice svòlgersi un cespuglietto di steli, alcuni dei quali non sono che il picciuolo di una foglia, o non danno che foglie, mentre altri pòrtano invece fiori e prodùcono frutti. Ebbene ad onta della diversità delle produzioni noi riteniamo che tutti quegli steli appartèngono ad un'ùnica pianta. Quando poi alcuni di questi, serpendo sul terreno, vanno lontano a méttere nuove radici dalle quali si svolge un altro cespuglietto di steli, sìmile al primo, ad onta che siano idèntiche le produzioni dei due cespugli, quantunque esista fra loro una comunicazione orgànica, e l'uno sia stato generato dall'altro, non esitiamo a dichiarare che essi costituìscono due piante individualmente diverse.

399. Ora siamo in grado di additare i caràtteri i quali vàlgono a farci conòscere quand'è che varie bocche vulcàniche sono appartenenti ad un ùnico vulcano. Dèvono aprirsi tutte in prominenze vulcàniche sorgenti da un ùnico piedestallo il quale deve èssersi formato per lave che, uscite dalle varie bocche vulcàniche, àbbiano potuto incontrarsi ed intrecciarsi fra loro e le une alle altre sovrapporsi. Un altro buon caràttere, che esclude la pluralità dei vulcani, è il poter

ritrovare ancora le tracce dell' antica solidarietà delle diverse bocche; tanto più poi se questa solidarietà in qualche caso speciale si è vista di nuovo ristabilirsi, il che non si ritiene possibile pel caso di vulcani veramente diversi.

400. Posti questi principii, non si può più dubitare che i nostri tre vulcani attivi non sìano da considerarsi come individualità affatto distinte e indipendenti; sebbene probabilmente sìano nati nella stessa època, da una medèsima spaccatura, ponèssero le radici nello stesso mare di plutonio e per qualche tempo sìano stati solidarii nei loro lavori. Invece fummo tratti a dichiarare tutte appartenenti ad uno stesso vulcano le varie bocche disseminate nelle isole Eolie, sebbene àbbiano dato prodotti diversi, e più non esista fra loro alcuna comunicazione; ed ora non esitiamo a dichiarar tutte appartenenti ad uno stesso vulcano le varie bocche che si aprirono sulle spiagge del golfo di Nàpoli, così quelle dei campi flegrèi, come quelle del Vesuvio, e quelle delle ìsole di Pròcida e d'Ischia. Se ciò non fosse, dovremmo ammèttere la strana singolarità che, mentre sì gran parte della superficie terrestre è interamente scevra di vulcani, in quella pìccola striscia di terra, che cinge il golfo di Nàpoli, una numerosa tribù di vulcani indipendenti fra loro, si fòssero dati il convegno, per affollarsi l'uno a ridosso dell'altro e contèndersi lo spazio, come fanno le piante in una selva. D'altronde non màncano fatti a dimostrarci che la sòlidarietà si è in qualche caso ristabilita anche fra le bocche più lontane, e per

ùltimo gli esperimenti vulcànici mèttono in chiaro come non possa organizzarsi un grande vulcano, senza che moltèplici bocche, distribuite sopra una considerèvole estensione di terreno, dìano sfogo alla materia che da principio scaturisce copiosissima dalla cavità vulcànica a recargli alimento. A noi che abbiamo potuto per mezzo degli esperimenti assìstere a tutta la successione dei fenòmeni vulcànici dal loro primo svòlgersi al loro compimento, sarebbe parsa un'anomalìa il trovare il Vesuvio isolato senza il corteggio dei pìccoli vulcani che si distèndono a' suòi piedi; nè recò sorpresa che questo vulcano fosse bicìpite, cioè, constasse di due grandi montagne, svòltesi alle estremità della serie, l'una costituente il Vesuvio, l'altra l'ìsola d'Ischia. È anche questo un fatto che assài facilmente si può cogli esperimenti riprodurre. Riteniamo pertanto che il Vesuvio, i campi flegrèi, le ìsole flegrèe, non dèvono considerarsi come vulcani completi, ma soltanto come tre diverse parti integranti d'uno stesso vulcano.

401. Ed ecco il modo, secondo il quale deve èssersi formato il detto vulcano.

Tutto il terreno intorno al golfo, che or noi vediamo occupato da produzioni vulcàniche, uscì dal seno del mare pressochè simultaneamente. Era allora una pianura ardente o, per dir meglio, un grande stagno di materia infuocata, ed aveva due appendici distaccate, laddove ora sono le due ìsole. La prima crosta, che sopra si formò, presentava quà e là numerose squarciature, entro le quali la materia infuocata oscillando,

ora discendeva fino nel profondo, ora saliva fino all'orlo ed anzi traboccava; così si formàrono i primi crateri ed èbbero luogo le prime eruzioni. Queste per lungo tempo non d'altro èrano costituite fuorchè di calde fanghiglie le quali, raffreddàndosi, si apprèndevano, si fissàvano e convertìvansi in tufo. Scaricàtasi la fanghiglia, cominciò ad uscire una materia in istato di semifusione, la quale, consolidàndosi, diede orìgine alla trachite. I tufi potèrono in qualche luogo raggiùngere considerèvoli altezze, perchè le fanghiglie si accumulàvano, sovrapponèndosi, al modo stesso che fanno i fanghi eruttati dalle salse: le trachiti potèrono elevarsi a guisa di montagne, perchè la pasta, di cui risultàvan composte, era plutònica. Tale è l'origine dei colli che sòrgono entro la città di Nàpoli e nelle sue adiacenze, compresa la costiera di Posilipo e quella di Cuma, compresi i colli, i monti, i laghi e i crateri, che tròvansi disseminati su tutta la superficie dei campi flegrèi. La maggior parte delle antiche numerose bocche giàcciono sepolte sotto le materie che da esse uscìrono; e i crateri, che rimàsero visìbili, sono quelli dai quali la materia, che vi si era raccolta, disparve, assorbita di nuovo entro le viscere della terra. Laddove pare che esista una porzione di cratere, non è sempre vero che vi sia stato un cratere completo, di cui una parte siasi fusa od abbia crollato, e sia stata asportata dalle alluvioni; bene spesso quèi mezzi bacini fino dalla loro orìgine non presentàvano forme diverse da quelle che ora hanno.

Questo primo lavoro si è compiuto ugualmente sovra tutto lo spazio occupato dal vulcano, non eccettuate le sedi del Vesuvio e dell'ìsola d'Ischia; ma il detto lavoro era già da per tutto in declinazione, od anche cessato, quando ai due estremi or menzionati prendeva nuovo vigore. Fu soltanto quivi che, incominciando a scaturire vere lave e ad alternarsi ripetutamente con imponenti scàriche di materie frammentarie, potèrono i cùmuli sovrapposti acquistar le forme e le dimensioni di grandi montagne. Era il Vesuvio, altrimenti detto Somma, che andava crescendo; èrano i monti dell'ìsola d'Ischia, che andàvano formàndosi. Quando il monte di Somma superiormente si chiuse in un altipiano circolare, per metà recinto da una regolar catena di cime montuose, tutta l'attività visìbile del vulcano trovossi concentrata nell'ìsola d'Ischia; e infatti le istorie nàrrano che da quest'ìsola fuggìrono varie volte gli abitatori, spaventati dai fuochi dei vulcani, mentre il monte Somma, tutto ricoperto d'àlberi annosi, era divenuto un luogo di delizie, nè più si conservava alcuna memoria de' suoi antichi incendj. Siccome però i vulcani dell'ìsola d'Ischia non dàvano sufficiente sfogo all'attività interna della gran massa di lìquido terrestre che andava consolidàndosi, così la tensione sotterranea potè talmente rinvigorirsi da vìncere gli ostàcoli che all'uscita delle materie compresse opponeva il coperchio consolidato del monte Somma; e fu allora che esso fu sfrantumato e balzato in aria, e che si riaperse ad un novello periodo di esterno lavoro l'antica

gola vulcànica già da tanti sècoli chiusa. Ciò avvenne, come è noto, nell'anno 79mo della nostra èra, e quella conflagrazione fu così potente che tutto il golfo ne rimase sconvolto e scompàrvero dalla vista del sole alcune cospicue città.

D'allora in poi per tutta la regione flegrèa la sola bocca vulcànica, che ha dato moltiplicate eruzioni, è stata quella del Vesuvio. Nell'isola d'Ischia pare che i fuochi vulcànici si fòssero ben tosto mitigàti e poi spenti; ma il Vesuvio non lavorò per molti sècoli che a lunghìssimi intervalli, qualche volta il cratere tornò a rinchiùdersi affatto; e fu in tali occasioni che si aperse momentaneamente in altro luogo una qualche bocca vulcànica, che però tosto si chiuse, dopo aver dato una sola eruzione.

402. Ecco di alcune eruzioni Vesuviane ciò che tròvasi riferito dallo Scrope a pàg. 315:

» Prima dell'eruzione del 79 è probàbile che Somma
» soltanto esistesse, in forma di una sèmplice montagna
» cònica, di cui il caràttere vulcànico era appena so-
» spettato, se pure lo era. Dopo questo spaventèvole
» parossismo, sembra che abbia succeduto un intervallo
» di tranquillità fino all'anno 203, durante il regno di
» Severo, època della seconda eruzione, descritta da
» Dione Cassio e Galeno. La terza avvenne nel 472, e
» se si dà fede a Procopio, coperse tutta l'Europa di
» cèneri, e seminò lo spavento fino a Costantinòpoli.
» Senza alcun dubbio questa fu un eruzione parossi-
» smale. Altre eruzioni si ricòrdano avvenute negli anni

» 512, 685 e 993. Quella del 1036, così dal vèrtice, come
» dai fianchi, vomitò torrenti di lava, che giùnsero fino
» al mare. Nel 1138-39 l'attività si manifestò di nuovo,
» ma d'allora in poi il vulcano rimase in perfetto ri-
» poso per quasi due sècoli, cioè, fino al 1306 ». Fu
durante questo lungo perìodo di riposo ch'ebbe luogo
dapprima l'eruzione della solfatara nel 1198, poi quella
famosa dell'isola d'Ischia, che produsse nel 1302 la
lava così detta dell'arso.

» Nel 1500 fece (il Vesuvio) eruzione di nuovo,
» poi riposò ancora per 130 anni. L'antico cratere di
» Somma, o l'atrio, conteneva foreste e pìccoli laghi,
» e il cono del Vesuvio, propriamente detto, non si
» elevava che di 350 piedi al di sopra della Pedamen-
» tina, o terrazzo, sovra cui sorge, e che segna nella
» parte sud-ovest della montagna il livello della tron-
» catura dovuta al parossismo del 79. Conteneva pure
» un profondo lago nel suo cratere ».

» L'eruzione seguente fu quella del 1631, un pa-
» rossismo che, svuotando i laghi di cui vi ho parlato,
» scatenò sui villaggi, situati ai piedi della montagna,
» torrenti d'acqua devastatori al pari dei torrenti di
» lava ».

A pàg. 327 si legge:

» L'eruzione d'Ischia nel 1302 si manifestò ad una
» època, nella quale il Vesuvio era rimasto inattivo per
» quasi due sècoli, e da un altro lato, dacchè il Ve-
» suvio si pose in eruzioni frequenti, Ischia e i campi
» flegrèi, sono restati in riposo, eccettuata soltanto la

» eruzione di Monte Nuovo nel 1538, che anch'essa si
» verificò durante un intervallo di riposo del Vesuvio,
» che durò quasi un secolo e mezzo ».

Ecco in quali tèrmini a pàg. 316 vèngono ricordate dallo Scrope le eruzioni, che succedèttero a quella del 1631:

» Altre eruzioni scoppiàrono nel 1660, 1681, 1694
» e 1698. Dopo quest' ùltima època non vi fu quasi
» mai un periodo di tranquillità maggiore di quattro o
» cinque anni ».

» Nel 1737 Torre del Greco fu invasa da un tor-
» rente di lava di proporzioni gigantesche e provò la
» stessa sorte nel 1760 allorchè scoppiàrono in una sola
» volta le eruzioni da quindici punti differenti d' una
» fessura apèrtasi dalla sommità alla base della mon-
» tagna, ciascuno dei quali vomitava ora lave ed ora
» scorie. Le numerose eruzioni di questa montagna, le
» mutazioni di forma, che ne fùrono la conseguenza
» tra questa data e il parossismo, ch' ebbe luogo nel
» 1794, sono esattamente descritte da Guglielmo Hà-
» milton e rappresentate nelle tàvole della sua ammi-
» ràbile òpera sui campi flegrèi ».

» Dopo il 1813, si manifestò un'attività quasi con-
» tinua, d' un caràttere moderato e persistente, inter-
» rotta nel 1822 da un parossismo, di cui i caràtteri
» principali vènnero già descritti nel corso di quest'òpera.
» Il cratere largo e profondo, scavato da questa eru-
» zione, stette in riposo per quattro o cinque anni, ac-
» contentàndosi di èmettere abbondanti vapori. Nel 1827

» le eruzioni ricominciàrono dal fondo e vi formàrono
» un piccolo cono che crebbe gradatamente, finchè nel
» 1830 ebbe raggiunta un'altezza di 150 piedi al di
» sopra dell'orlo del cratere, e nel corso dell'anno se-
» guente vomitò i suòi torrenti di lava fuor dal cratere
» sul fianco esterno del cono ».

» Violente esplosioni èbbero luogo nell'inverno del
» 1831 e il cratere fu quasi ricondotto alla sua pro-
» fondità primitiva. Poi due nuovi coni si formàrono
» in questa cavità e crèbbero, finchè alla loro volta pel
» miscuglio delle loro lave e delle loro scorie, riempito
» di nuovo il cratere, scaricàrono le lave al di fuori,
» ciò che cagionò la distruzione del villaggio di Màuro
» presso Ottajano, sul fianco occidentale della montagna.
» Nel 1839 si manifesiò un altro parossismo violento
» che vuotò completamente il cono dopo aver prodotto
» due correnti di lava, che si dirèssero l'una all'est e
» l'altra all'ovest. Nel 1841 nuovi coni si alzàrono dal
» fondo del nuovo cratere, che per la continuità di eru-
» zioni moderate finì col riempirsi interamente e fu di
» nuovo vuotato per violente esplosioni. Dopo quest'època
» due nuovi coni appàrvero ed aumentàrono, confor-
» mando la cima a piattaforma scabra, sìmile a quella
» del 1821-22. Nei quattro o cinque anni seguenti il
» vulcano fu spesso in eruzione, le lave per sòlito sca-
» turirono da qualche punto, collocato sul fianco esterno
» del cono, e colàrono nell'Atrio, che va rapidamente
» colmàndosi per la loro accumulazione e quella delle
» scorie, che scòrrono lungo il pendio del cono ».

Le ùltime eruzioni avvènnero nel 1850, 1855, 1858 e 1861. Quella del 1850 venne maestrevolmente descritta dall'illustre Scacchi e quella del 1855 venne pure descritta dallo Scacchi in unione con Guarini e Palmieri.

403. Io visitài due volte il cratere del Vesuvio nei giorni 19 Luglio e 6 Agosto del 1865. Le pareti di quella vasta e profonda cavità discendèvano a picco quasi da per tutto e da ogni punto mandàvano fumo. Nel mezzo del cratere sorgeva un monticello cònico di color nero, nel di cui vèrtice aprivasi una cavità fatta ad imbuto, dalla quale usciva a getti intermittenti e con grandissimo ìmpeto di 18 in 18 secondi una colonna di fumo giallo-rossastro, e attraverso alla stessa vedèvansi volare in alto numerosi pezzi di scorie, che ricadèvano nel cratere e, sovrapponèndosi a quelli che già costituìvano il cono, ne facèvano a poco a poco aumentare la mole. Nel fondo del cratere udivansi crepitare le lave, recentemente consolidate, e per entro le spaccature di queste serpeggiàvano a pìccoli rivi infuocati le lave ancor fuse.

Per questo continuo lavorìo di scorie, esplose dal cono interiore, e di lave, sboccanti dal fondo del cratere, la profondità di questo da una vìsita all'altra mi si mostrò sensibilmente scemata. Il cratere andava evidentemente ricolmàndosi: si poteva assìstere al lavoro normale preparatorio di una nuova eruzione; anzi potèvasi dire che l'eruzione fosse già cominciata, ma che fino allora contenèvasi tutta nell' interno del cratere e non traboccava. Se il Vesuvio non fosse un vulcano

affatto anòmalo, caratterizzato da singolarìssime irregolarità, studiando la legge, con cui andava salendo nel cratere il livello della lava, si avrebbe potuto prevedere il tempo in cui la lava, soverchiando l'orlo del cratere, si riverserebbe al di fuori; ma il movimento delle lave nel cratere del Vesuvio sfugge finora ad ogni norma di legge; cosicchè le predizioni assài facilmente càdono in fallo. Io quì pertanto non farò che accennare le differenze che osservài nel cratere tra la secónda vìsita e la prima. Il fondo èrasi rialzato da per tutto, ma più specialmente nella parte orientale, dove le lave èransi considerabilmente tumefatte e si mostràvano intersecate da larghìssime screpolature, dalle quali però non più vedèvasi scòrrere la lava fusa incandescente. Il cono interno si era anch' esso alquanto rialzato, e ormài la bocca raggiungeva il livello dell' orlo del cratere. Le esplosioni s' èrano fatte più enèrgiche ma più rade, e si alternàvano quelle violente con altre più moderate. Venìvano scagliati ad enormi altezze brandelli di lava pastosa, che ricadèvano incandescenti nell' interno del cratere, perchè èrano lanciati quasi affatto verticalmente. Questo bombardamento della terra contro il cielo, fatto con projèttili infuocati senza nùmero, con getti che si incalzàvano, con ìmpeto che mai non cedeva, era uno spettàcolo grandioso ed imponente, che destava la maraviglia e lo stupore.

404. Che cosa succederà del Vesuvio nel tempo avvenire? Ad una domanda tanto indeterminata ognuno può dare una sicura risposta: avverrà del Vesuvio ciò

che è avvenuto di tanti altri vulcani, ciò che deve avvenire di tutti i vulcani ardenti, il Vesuvio si spegnerà. Ma se si volesse sapere quanto tempo si farà attèndere questo inmancàbile avvenimento, dovremmo dire che siamo anche pel Vesuvio nella medèsima incertezza in cui già ci trovammo rispetto allo Stròmboli, infine dovremmo confessare che non siamo in grado di dare alcuna risposta. A me sèmbrano sìntomi d'indebolimento tanto la diminuzione delle straordinarie irregolarità, manifestate già nel suo lavoro da questo eccezionale vulcano, quanto il ravvicinamento degl' intervalli, un tempo enormi, tra due conflagrazioni successive. Anche il fatto, che con diciotto sècoli di attività abbia il vulcano assài poco aumentata la propria mole, dovrebbe nei casi ordinarj èssere considerato come un sìntomo di decadenza senile; ma, trattàndosi d'un vulcano dissipatore, qual' è il Vesuvio, quel fatto perde il suo significato e ci lascia compiutamente all'oscuro. A poter risòlvere l' importante questione sarebbe necessario, come già feci avvertire, d' interrogar la natura per mezzo di grandiosi esperimenti, quali finora non mi è stato possibile di praticare. Una sola cosa si può quasi con certezza prevedere ed è che poco prima dello spegnimento del Vesuvio e poco tempo dopo apriràvnnosi nuove bocche nei campi flegrèi e nelle isole adiacenti, da ciascuna delle quali non uscirà per altro che un'ùnica eruzione. Speriamo che il terreno, su cui sorge la più popolosa delle nostre città, non sia predestinato ad èssere la sede di qualcuna di queste catàstrofi. Non ci

sarebbe più alcun motivo di apprensione qualora si potesse dimostrare che al di sotto della città il lìquido terrestre ha già potuto interamente consolidarsi. Finchè si credeva che tutta la terra, meno una dèbole corteccia, fosse tuttora in istato di liquidità, non poteva suggerire ad alcuno di porre la questione, se il lìquido terrestre esistesse anche sotto il suolo di Nàpoli. Ora la questione si può proporre e sarebbe manifestamente della màssima importanza che venisse studiata e risolta. Le difficoltà sono grandi, perchè non è possìbile per questo studio il ricòrrere ai mezzi diretti, però molto lume si potrebbe ritrarre da un diligente esame dei fenòmeni presentati dalle fumarole, dalle acque termali e specialmente dai terremoti; e ben varrebbe la pena che qualcuno dei geòlogi, residenti sul luogo, istituisse questo esame e tentasse ogni via per raggiùngere lo scopo.

Articolo IV.

Il vulcano Siculo.

Antichità della storia dell'Etna — Gl'intervalli che sepàrano le eruzioni dell'Etna — Maggior frequenza nell'Etna delle eruzioni laterali — Descrizione di alcune eruzioni dell'Etna — Eruzione del 1865 — Via seguita per salire alla cima dell'Etna — La casa Inglese — Cratere dell'Etna — Pericolo antico non più esistente — Il primo raggio di sole sulla cima dell'Etna — L'ombra dell'Etna — Valutazione del volume dell'Etna e delle sue parti sotterranee — Come si spiega l'isolamento vulcànico dell'Etna.

405. È probàbile che l'Etna non sia più antico degli altri due vulcani d'Italia, ma è certo ch'esso è fra tutti i vulcani quello che vanta la storia più antica. Abbiamo notizie dell'Etna che risàlgono fino ai primi albori dei tempi stòrici, anzi pènetrano in un modo abbastanza ben determinato fin dentro alle tènebre più antiche del perìodo mitològico. Sotto questo rapporto la sua nobiltà nel mondo è senza rivali. Degli avvenimenti, che da tempo immemoràbile si compìrono nelle sue vicinanze, esso non è rimasto spettatore impassibile ed ozioso, come una qualunque altra montagna; ma, pei fuochi che versava dal suo seno, è stato varie volte una parte attiva ed un moderatore.

Sappiamo, per es., che i Sicani, antichìssimi abitatori dell'ìsola, quindici sècoli circa prima dell'èra volgare (1470 anni Av. C.) fùrono costretti a sgombrar le regioni che occupàvano, posti in fuga dagli incendj di questo vulcano. Ùndici sècoli più tardi, cioè nell'anno

396 avanti l'èra volgare, troviamo che un esèrcito Cartaginese, guidato da Imilcone, e che, secondo il piano concertato coll' ammiraglio Magone, doveva avanzarsi verso Catania, tenèndosi sempre in vista della flotta e quindi costeggiando il mare, ebbe impedita la via da una recente eruzione dell' Etna; cosicchè fu obbligato ad allontanarsi dal lido e girar tutto attorno alle radici del monte. Ciò vien riferito da Diodoro al libro quattordicèsimo. Troviamo incendj dell' Etna descritti da Tucìdide e da Aristòtele come avvenuti ai loro tempi, e intrecciati con altri avvenimenti da essi raccontati: ne troviamo alcuni che ci ricòrdano i nomi di Falàride, di Saffo, di Pitàgora, di Pìndaro, di Empèdocle, di Artaserse, di Platone: poi vèngono quelli che ci ricòrdano i tempi Romani, e che fùrono denominati dai Cònsoli e riferiti dagli scrittori latini, incominciando da Lucrezio, Cicerone, Catullo, Livio, Virgilio ed Ovidio, passando per Sèneca, Plinio, Lucano e Stazio, e discendendo fino a Claudiano, Quinto Càlabro e Nonno: poi subèntrano quelli, registrati dagli scrittori moderni, di cui la serie è continuata senza interruzione fino ai nostri giorni, fino ai recenti incendj, narrati dal Canònico Alessi, fino all' ùltimo avvenuto nel 1865, descritto dal professore Orazio Silvestri. E tutte queste lave, a cui è affidata la memoria di un nome o d'un avvenimento, sono monumenti indistruttìbili, che la trasmèttono a perpetuità dall' una all' altra generazione; ed edificati ad èpoche diverse dalla ripetizione d'un idèntico fenòmeno, costituiscono una specie di cronòmetro stòrico, ùnico nel

suo gènere, il quale stabilisce un legame singolarissimo tra gli avvenimenti memoràbili di tutti i tempi. Ma i tempi stòrici non rimòntano al di là di trenta o trentacinque sècoli; dei tempi anteriori non rèstano altro che tradizioni oscure, conservàtesi in forma poètica sotto l'inviluppo allegòrico della mitologìa.

L' Etna doveva èssere in piena attività anche in quèi tempi lontanìssimi; mentre i suòi incendj fornìrono evidentemente il soggetto d'un epopèa mitològica veramente grandiosa. Una razza d'uòmini ardita e gigantesca ebbe la temerità di muòver guerra agli Dei. Per dar la scalata al cielo bisognava sovrapporre montagne a montagne; e i monti, che vèggonsi l'un sopra l'altro accavallati a ridosso dell'Etna, si dissero portati là dai giganti a questo scopo. La fortuna non li favorì; gli Dei fùrono più forti di loro; e Giòve fulminò Encèlado e gli diede per sepolcro la montagna stessa che era stata il teatro della sua impresa. Il gigante, fulminato, abbattuto, sepolto, non è per anco estinto; e, quando nel suo doloroso giaciglio rivolge il fianco, scuote la montagna e le regioni circostanti e gènera il terremoto; e, quando sdegnoso della sconfitta impreca agli Dei e li minaccia, le fiamme che gli èscono dagli occhi, incèndiano la montagna; e l'urágano, che fremendo prorompe dal petto agitato, scaglia ancora contro il cielo nemico un nembo di pietre infuocate.

Ora lasciamo le vecchie allegorie, diamo un addio ad Encèlado e procuriamo di fare un po' di conoscenza scientifica col nostro vulcano.

406. L'Etna, come già si disse, è un vulcano a lavoro interrotto, che funziona in un modo affatto normale. Nella *Vulcanologìa dell'Etna* del professore Carlo Gemellaro, òpera pregevolissima, si trova l'elenco completo delle eruzioni stòriche dell'Etna, incominciando dall'anno 1500 prima dell'èra volgare e terminando all'anno 1852 della nostra èra; periodo che, come si vede, comprende quasi 34 sècoli. Ora in quel catàlogo si tròvano registrate 68 eruzioni; d'onde si desume che se ne èbbero per media due al sècolo, ovvero una ogni cinquant'anni. Però l'intervallo che separa eruzione da eruzione non è che qualche rara volta, e per caso, uguale o pròssimo alla media ora accennata. Le irregolarità, anticamente grandissime, vanno diventando minori coll'avvicinarsi al tempo attuale; del che una delle càuse è assài probàbile che sia, il non èssere rimasta memoria di molte delle antiche eruzioni, mentre invece le moderne fùrono tutte descritte e registrate. Negli ùltimi due sècoli l'intervallo medio fra due eruzioni successive tròvasi ridotto ad un solo sejennio, e gl'intervalli effettivi oscillano intorno al medio fra limiti non molto estesi. La prima nuova eruzione è dunque probàbile che succeda tra il 1870 e il 1872. È un fatto indubitàbile che le manifestazioni esterne dell'attività di questo vulcano sono divenute assài più frequenti e più regolari adesso di quel che non lo fòssero nei tempi trascorsi.

407. Le eruzioni stòriche dell'Etna si sfogàrono assài più frequentemente dai fianchi che non dal vèrtice: ciò

spiega il poco accrescimento in altezza che ricevette questa montagna negli ùltimi diciotto o venti sècoli del suo lavoro, come si può desùmere dal fatto che in molta prossimità della sua cima vèdonsi tuttavìa spòrgere dal suolo i fondamenti della *torre del filòsofo,* che fu fabbricata non si sa quando, nè a quale scopo, ma di cui si ha memoria che già esistesse ai tempi dell' Imperatore Adriano. Ciò spiega altresì, come sìano pullulate sui fianchi dell' Etna tante còniche montagne, conservanti ancora per la maggior parte le tracce dei crateri da cui uscìrono le eruzioni che ad esse dièdero origine. Non è raro il caso che una sola conflagrazione abbia avuto luogo attraverso a moltèplici aperture allineate secondo una qualche gran fenditura, apèrtasi nella montagna principale, e ne sìano nate in un sol tratto varie di quelle montagne avventizie; ma è rarìssimo il caso che da qualcuna di queste montagne, già formate e chiuse, sìasi aperto il varco una seconda eruzione.

408. Ecco i particolari di alcune eruzioni dell'Etna, quali si lèggono nell' òpera già citata dello Stoppani a pàg. 288, § 843.

» Nell'eruzione del 1536, dòdici bocche si aprirono
» successivamente, l' una sotto l' altra nel fianco del-
» l' Etna, seguendo lo stesso raggio. Ciascuna diede il
» il suo tributo di lava, mentre il cratere terminale
» vomitava vapori e scorie. Nel 1669, lo stesso vulcano
» ebbe il fianco squarciato da un enorme crepaccio,
» che dalla sommità discendeva fino a due terzi della

» montagna. Dalla estremità inferiore sgorgò il torrente
» di lava, che superò Catania, avanzàndosi in mare;
» quindi nel luogo stesso, esaurita la lava, èbbero luogo
» per dòdici giorni le esplosioni aeriformi, con getti di
» sabbia composta in gran parte di cristalli d'augite,
» che creàrono i Monti Rossi. Nel 1780 l'eruzione ebbe
» pure luogo da un cratere laterale; il suolo sfondato
» disegnava una fessura, che dal cratere laterale si pro-
» lungava fino al labbro del cratere terminale. Lo stesso
» avvenne nel 1792. La lava scolava dalla estremità
» inferiore della fessura, mentre il cratere era in esplo-
» sione; finchè, cessata la lava, l'esplosione avveniva
» dalla fessura. Fenòmeni approssimativamente eguali
» si prodùssero nel 1809 e nel 1811-13, colla successiva
» formazione, sotto quest'ùltima data, di sette orifizj
» lavìferi, trasformati in altrettanti coni per l'ejacula-
» zione delle scorie ».

409. Dopo il 1852 l'Etna stette in quiete per più di dieci anni. Nel 1863 appàrvero tutti i segni precursori di una imminente eruzione. La lava si era elevata nel cratere fin quasi a riempirlo. V'èrano continue esplosioni e detonazioni e frequenti terremoti: scaturìvano dal cratere colonne di minute arene e di scorie triturate che salivano a grande altezza, e a guisa di nùvole oscuràvano il sole, e andàvano a scaricarsi, portate dal vento, in regioni più o meno lontane. Il 7 di Luglio dalla parte più depressa del cratere ebbe luogo uno stravaso di lava, che continuò ad uscire ed a colare per 17 giorni, cioè, fino al dì 24 del mese. In tutto questo

tempo però non fece che il viaggio di un chilòmetro e mezzo, con una larghezza media di 80 metri per 8 di altezza; cosicchè tutta la lava, che uscì, non sarebbe bastata a colmare un vaso cùbico di 100 metri di lato.

Mentre usciva la lava scaricàvasi dal cratere una considerèvole copia di vapori; poscia avvenne che tutto ad un tratto la lava, che riempiva il cratere, ricadde nell' interno e, sprofondàndosi, scomparve dalla vista. Ritornò a mostrarsi qualche tempo dopo, ma non salì più fino all' orlo. Fenòmeni vulcànici imponenti succedèvano là dentro, e veementi scàriche di vapore lanciàvano a grandi altezze frantumi di scorie e brandelli di lava; spettàcolo, che potèvasi impunemente guardare dalla sommità del cratere, perchè i projèttili ricadèvano in esso prima di raggiùngere l'altezza de' suòi màrgini.

Intanto la lava, sollevata nel camino vulcànico fino a sì grande altezza, esercitava contro le pareti interne della cava montagna pressioni ragguardèvoli da per tutto, ma di mano in mano più vigorose nelle regioni collocate più in basso. Con queste pressioni il liquido tentava le resistenze e, dove queste facèvano difetto, esso insinuàvasi fra i vani delle materie disgregate, assottigliava colla fusione le materie delle antiche lave, cercava annidarsi nelle pareti della montagna, dove andava sempre più sgombràndosi lo spazio e facendo nuove conquiste. A questo modo il liquido lavorava a procurarsi una qualche uscita dai fianchi del monte, ed infatti il 30 Gennajo del 1865 apparve la lava infuocata visìbile entro un'ampia voràgine, che si era formata tra

il monte Frumento e il monte delle Concazze, varie centinaja di metri al di sotto del cratere terminale. Da questa voràgine, che misurava 100 metri in una dimensione e 400 nell'altra, posta in continuazione d'una gran fenditura che scendeva dal monte Frumento, scaturì un copioso torrente di lava che, incontrando il monte Stornello, si divise in due rami. Il ramo occidentale, che movèvasi con poca velocità, percorso un breve tratto si arrestò: l' orientale invece andò a precipitarsi nella Valle di Cola-Vecchio, presentando lo spettàcolo d'una cascata di 60 metri di altezza. Colmò la valle, poi continuò il suo cammino, incanalàndosi nel letto del torrente di Màscali, allora privo d'acqua, e dirigèndosi verso la terra che porta lo stesso nome. Fortunatamente non vi arrivò, essèndosi arrestata ad una località detta Sciarra di Scorciavacca ad 800 metri sul livello del mare.

Cessato per Màscali il perìcolo verso l'8 Febbrajo, continuàrono altre correnti di lava il loro cammino per tutto il mese incendiando gli àlberi che incontràvano e atterrando i casolari in cui s' imbattèvano. Alla fine del mese non v' èrano più che pìccole correnti secondarie, probabilmente non più d'altro alimentate che della lava già uscita, la quale si espandeva, consolidàndosi.

Ma questa eruzione più d'una volta pareva cessata, quando invece apparecchiàvasi a pigliar novello vigore. Così accadde verso il principio di Marzo, così di nuovo accadde verso la fine dello stesso mese; e fu allora che la borgata di Linguaglossa si trovò a grave perìcolo di èssere investita dall' ignito torrente il quale si arrestò

il 4 Aprile senza averla raggiunta. Dopo questa corrente altre ne compàrvero; e così la lava non cessò interamente dal fluire, se non che nel mese di Giugno.

Il complesso della lava, uscita in questa eruzione, si è valutato circa 100 milioni di metri cubi; per cui un vaso cùbico di mezzo chilòmetro di lato ne riescirebbe occupato fino ai quattro quinti della sua altezza.

Grandiose ed imponenti fùrono le projezioni di materie frammentarie; e le materie projettate èrano d'ogni grandezza dalle minute arene fino ad enormi massi di cinque o sei metri cubi, ch'èrano lanciati alla distanza di quattrocento o cinquecento metri.

Varj crateri èrano aperti sopra monticelli cònici, che si èrano formati in nùmero di sette, dei quali alcuni raggiùnsero l'altezza di 50 o 60 metri.

Si è osservato che la corrente, ove incontrava qualche àlbero, a meglio avvilupparlo saliva al di sopra del proprio livello; e non già in un modo insignificante, mentre alcuna volta si arrampicò lungo il tronco dell'àlbero fino all'altezza di metri 2, 60. Vèdesi facilmente l'importanza di questo fatto dal punto di vista della mia teoria.

Tutte le notizie, relative a questa eruzione dell'Etna, fùrono da me tratte, anzi quasi letteralmente copiate dalla relazione, che ne fece un egregio testimonio oculare il Prof. Oreste Silvestri. Il sunto delle sua memoria, che si trova negli *Atti della Società Italiana delle Scienze Naturali, Vol. IX, pàg.* 50, ne fa vivamente desiderare la pubblicazione per esteso.

Quand' io potèi recarmi in Sicilia, l' eruzione era già cessata da qualche mese; e così dovetti accontentarmi di veder l'Etna rientrato nel suo periodo normale di tranquillità.

410. Il giorno 18 Settembre molto prima dell' alba, presa in Catania una vettura di piazza, mi feci condurre fino a Nicolosi. Visitài i monti Rossi; e poi, seguendo le indicazioni cortesemente fornìtemi dai fratelli Gemellaro, accordate guide e muli, mi avviài verso la cima dell'Etna. È un viaggio non interrotto di più che sei ore, durante le quali si sale continuamente e tutto si vede intorno a sè rapidamente mutare. Sfila davanti agli occhi, a destra, a manca, una processione di monti di statura diversa, d' àbito uguale, tutti concordi nella qualità dei materiali, tutti di forma cònica, tutti portanti qualche traccia di crateri, e là risiedenti ad attestare perpetuamente il luogo da cui si sfogàrono antiche eruzioni. La terra che si calpesta, è sempre fatta di cèneri, lapilli, tritumi di scorie; la pietra è sempre lava. E in alcuni luoghi, dove la lava ha investito antiche foreste, la vediamo foggiata a guisa di grandi tubi, spesso verticali, qualche volta inclinati all'orizzonte, e conservante la forma dei tronchi d'àlbero, intorno a cui si è modellata. Il terreno da principio è coperto di viti e d' àlberi fruttìferi, poi succede una zona boschiva, poi una zona squàllida e nuda senza alcuna vegetazione. Il clima varia da un caldo soffocante ad un freddo rigidìssimo e pungente. Giungemmo sul far della sera al *piano del lago*, che ha l' aspetto di un lago pieno

di prodotti vulcànici incoerenti, faticoso a percòrrersi, perchè gli uòmini e i muli vi affòndano il piede; poi dopo qualche tempo finalmente potemmo far sosta appiè del cono, ricoveràndoci nella casa inglese.

411. Passammo la notte vestiti, coricati sulla paglia, ravvolti entro molti doppj di coperte di lana, che avevamo avuto la previdenza di recare con noi; pure non potemmo vincere il freddo ch' era veramente tormentoso. Come avremmo mai passata una tal notte, se non avèssimo trovato un ricòvero coperto e ben difeso, se infine la casa inglese non fosse stata costruita? Quando non esisteva la stalla pei muli, questi dovèvansi rimandare al basso, perchè una notte, passata senza ripari a quell' intenso freddo, riesciva ad essi fatale e spesso perìvano. Pure devo dire che un termòmetro, il quale esercitava il suo ufficio indipendentemente da ogni nostra preoccupazione, sembrava smentire il nostro giudizio e segnava una temperatura di 4.° C. Il freddo pareva a noi così intenso, in ragione del molto caldo a cui eravamo abituati vivendo alle radici della montagna. Ma queste sono cose troppo generalmente conosciute, perchè valga la pena d'insistervi maggiormente. Il giorno dopo a notte ancora scura ci arrampicammo sul cono; cosicchè all'alba eravamo seduti sul màrgine del cratere, aspettando il sòrgere del sole.

412. A differenza di ciò che aveva osservato al Vesuvio, nell' interno del cratere dell' Etna non esisteva alcun cono. Non v' èrano projezioni di materie sòlide, ma solo da un'ampia e profonda gola vedèvansi uscire

con ìmpeto sbuffi di fumo e spingersi verso il cielo sotto la forma di una maestosa colonna grigiastra che, obbediente ad ogni moto dell'aria, cambiava assài spesso di posizione; e noi dovevamo studiare il vento per non restarne avviluppati; perchè quel fumo, non solo riesce molesto ma, respirato un po' a lungo, è cagione di asfissìa. E qualche volta il fumo ci coglieva impensatamente, scaturendo insidioso sotto ai nostri piedi da quèi punti stessi dell'orlo del cratere, ove noi senza sospetto avevam creduto di poter tranquillamente posare.

415. Quasi sospeso tra il cielo e la terra, nella regione delle nùvole, fuor del consorzio degli uòmini, colpito dall'insòlito spettàcolo d'un silenzio assoluto, imponente, solenne, mille fuggèvoli immàgini mi passàvano davanti alla mente, senza forme determinate, sìmili alle ombre d'un sogno. Mi piaceva d'immaginar perìcoli che non esistèvano, e tra le altre cose mi ricordo d' aver detto tra me stesso: èccomi senza possibilità di ajuto in balìa di persone sconosciute, le quali potrèbbero, se a loro ne venisse il talento, gittarmi nel bàratro che si spalanca sotto a mièi piedi, chè di là certo nessuno escirebbe a raccontare il fatto e a domandarne ragione. Èrano supposizioni gratùite, che andava facendo coll'ànimo scevro da ogni apprensione, così perchè tra me e le mie guide s'èrano già stabiliti rapporti di mutua simpatia, come anche perchè era stato consegnato ad esse dai fratelli Gemellaro, a cui avrèbbero dovuto dar conto di ciò che fosse a me succeduto. Un' antica tradizione sulla morte di Empèdocle lascia fortemente

sospettare ch' ei sia stato spogliato dalle sue guide e poi gittato da esse nel cratere del vulcano, facendo poi astutamente còrrer la voce d' averlo visto da lontano gettàrvisi spontaneamente. Ma queste cose potèvano avvenire allora, potèvano verificarsi anche in tempi assài pròssimi ai nostri, cioè, fintanto che per la vìsita al vulcano non vi èrano maggiori comodità, nè maggiori garanzìe di sicurezza di quelle, che esistèvano quando il paese era abitato dai ciclopi; ma ora, mercè le savie e previdenti premure dei fratelli Gemellaro, le condizioni sono assài migliorate ed ogni perìcolo è scomparso. Tutti i visitatori dell' Etna dèbbono sentir gratitùdine per questa egregia famiglia; e, se verrà giorno in cui sorga un osservatorio accanto alla casa inglese, dovrebbe portare in fronte, a ricordanza del bene che essi fècero, il nome di Osservatorio Gemellaro.

414. Il primo raggio di sole, che scintillò sulla vetta dell'Etna, mi richiamò alla contemplazione di un nuovo e stupendo spettàcolo e impresse tutt'altra direzione alla corrente de' mièi pensieri. Un màgico panorama si distendeva sotto il cùpido sguardo: con un vòlger di capo potèvasi discèrnere un' immensa estensione di terre e di mari; terre e mari a cui si annèttono tante grandi memorie dell'antica civiltà e a cui non si può guardare senza sentirsi l' ànimo commosso, come se ancora tramandàssero l' eco delle memoràbili vicende di cui fùrono il teatro. Dal luogo sublime, ove io mi trovava, vedeva dispiegarsi giù al basso l'intera Sicilia colle sue più alte montagne che sembràvano modeste colline,

e colle sue colline che sembràvano lievi increspature del suolo. Mi brillava sotto gli occhi, sìmile ad un nastro d'argento, lo stretto di mare, che separa la Sicilia dal continente italiano; e di questa sacra terra vedèvasi la porzione meridionale, che pareva distèndersi non curante e sicura fra suòi tre mari, come un vascello ancorato nel proprio porto. Vedèvansi quasi sotto ai piedi le ìsole Eolie e in lontananza l'ìsola d'Ùstica. Ma il mio sguardo non poteva saziarsi dal contemplare l'Italia, questa immortale maliarda che, addormentàtasi, decadde ed invecchiò; ma, appena ridesta, seppe rifarsi giòvane e vigorosa, e già solleva risoluta la mano per ischiacciare i due àspidi fatali, che troppo lungamente le dilaniàrono il seno.

Questa vista m' inebriava; ma » come l' ebro desìdera il vino » così anch' io avrèi voluto spìngere lo sguardo ancor più lontano. Dolèvami che la volta celeste s'incurvasse troppo presto sulla terra e mi nascondesse tutta quella parte d'Italia ch'era collocata al di là. Nascosti m' èrano i colli di Roma, di questa città predestinata alla dominazione per la natura stessa de' suòi abitanti, di cui la tempra altamente virile nessun mal governo ha mai potuto fiaccare. Dolèvami che non vi fosse una fata Morgana tanto compiacente da rèndermi visìbili le altere vette del nostro gran baluardo, non ancor tutto nostro, e le acque del Mella, del Ticino e dell'Adda, fide visitatrici di quelle nòbili città a cui da qualunque distanza, attratti dal fàscino delle care memorie, sono costantemente rivolti i mièi pensieri.

415. Rivolti gli occhi dal lato opposto, vidi i màrgini della Sicilia risplendenti di luce; mentre nel mezzo distendèvasi sotto forma triangolare una calìgine scura, che ricopriva gran parte dell'ìsola. Era l'ombra projettata dall'Etna, che portava stampato in fronte un marchio caratterìstico della sua provenienza; voglio dire che vedèvasi spòrgere dal vèrtice del triàngolo ombroso un ciuffo mobilìssimo che seguiva ne' suòi movimenti la colonna di fumo dell'Etna, di cui era l'ombra.

416. La vastità dell'ombra mi fece pensare alle forme colossali della montagna. Essa elèvasi per 3312 metri al di sopra del livello del mare e il giro della sua base valùtasi di 180 chilòmetri. È immensa la quantità di materia che si richiede a formare un cono a cui compètano le dette misure. Potrà ritenersi possìbile che tanta quantità di materia sia tutta uscita dal seno della terra ed altro non rappresenti che l'aumento di volume subito nel consolidarsi da una limitata quantità di lìquido? Se ciò non fosse credìbile, l'Etna colla sua mole gigantesca smentirebbe la mia teorìa e più la smentirèbbero i vulcani di mole ancor più grande, che esìstono altrove. Il volume di un tal cono salirebbe nientemeno che a 2845 chilòmetri cubi. Però è da osservare che il lato del detto cono dovrebbe fare coll'orizzonte un àngolo di 6.° 34', mentre è noto che la salita dell'Etna si fa sotto àngoli, che vanno variando, assài pìccoli al basso, dove sono compresi fra uno o due gradi, poi di in mano più grandi; cosicchè alla zona boschiva misùrano appunto 6 o 7 gradi; poi la salita va diventando

sempre più faticosa e più rìpida, e il nùmero dei gradi degli àngoli va rapidamente crescendo. Ciò signìfica che la forma dell' Etna si scosta dal cono e che il suo volume è molto minore di quello che al cono apparterrebbe (5). La differenza pertanto sarebbe tutta a nostro vantaggio. Ma dobbiamo considerare che la materia eruttata dal seno del lìquido consolidàntesi non è soltanto quella che torreggia attualmente al di sopra del livello del mare; ma che moltìssima servì ad edificare il piedestallo su cui il monte si eleva, e che scaturita anch'essa dalle viscere del lìquido vulcànico incominciò ad ostruire il golfo che anticamente era occupato dalle acque del mare. L'altezza di questo piedestallo, supposta uguale alla profondità media del mare sarebbe di metri 4800; epperò il volume del cilindro che ha questa altezza ed ha per base un cerchio di 2577 chilòmetri quadrati, corrisponde a chilòmetri cubi 2577 × 4, 8; cioè 12.369, 6. Questo volume dovrebbe èssere minore

(5) Posta la periferia della base $2 \pi r = 180.000$ metri, sarà il diàmetro $2 r = 180.000 \frac{7}{22} = 57.272$ metri, sarà il raggio $r = \frac{57.272}{2} = 28.636$ metri.

Si avrà l'area $\pi r^2 = \frac{22}{7} . \overline{28.636}^2 = 2577$ chil. quad.

Sarà il volume del cono $= 2577 \frac{3,312}{3} = 2845$ chil. cubi.

Chiamato L l'àngolo, che fa il lato del cono coll'orizzonte si avrebbe:

tang. $L = \frac{3,312}{28.636} = 0,11523970$, da cui si cava $L = 6.° 34'$.

del vero, perchè le pareti del piedestallo è naturale che invece di andar giù a perpendìcolo, come si è supposto, discèndano inclinate all' orizzonte e divergenti. Sommando il valore trovato del piedestallo, riconosciuto minore del vero, col valore trovato della montagna, riconosciuto maggiore del vero, si otterrà un valore della quantità complessiva della materia eruttata che non dovrà gran fatto discostarsi dalla verità. E un tale valore sarebbe adunque rappresentato da chilòmetri cubi 2845 + 12.379 = 15.215.

Affinchè possa èssere eruttata una così gran quantità di materia è necessario che la quantità della materia lìquida sia per lo meno dòdici volte più grande. Epperò il lago di lìquido terrestre capace di generare la mole dell' Etna dovrebbe avere avuto la capacità di 15.215 × 12 = 182.580 chilòmetri cubi.

Se si raddoppia il raggio della base dell' Etna, il cerchio che ne risulta ha un'area quàdrupla della base or nominata, e quindi avrà per misura chilòmetri quadrati 2577 × 4 = 10.308, ed un lago di tale estensione avente l'altezza media dei mari di lìquido terrestre, cioè chilòmetri 20, conterrebbe nel suo seno tanti chilòmetri cubi di lìquido quanti vèngono significati dal nùmero 10.308 × 20, cioè 206.160, e questa quantità sùpera di più che di un ottavo quella di chilòmetri cubi 182.580 che fu riconosciuta necessaria per l' alimentazione dell'Etna. La conseguenza è che il lago alimentatore dell'Etna non distendèvasi nemmeno d'altrettanto al di là della base del monte.

Ciò ne fa nel tempo stesso conòscere come i fenòmeni vulcànici dell' època attuale non si dèbbano considerare che come fenòmeni isolati e affatto locali.

417. Faremo un'ùltima considerazione prima di separarci dall'Etna, ed è che questo vulcano a differenza degli altri sorge affatto isolato e non ha alla sua base, o nelle vicinanze, quella plèjade di vulcani minori, che sògliono far corteggio ai grandi vulcani. Qual può mai èssere la cagione di questa mancanza? Al Vesuvio fanno corona i pìccoli vulcani dei campi flegrèi; dove sono i campi flegrèi dell' Etna? Se l' influenza vulcànica del Vesuvio si estende a tanta distanza da lui fino a Pozzuoli, fino a Cuma, fino all'ìsola d'Ischia, qual non dovrebbe èssere il raggio d' influenza del gran vulcano della Sicilia? Forse che i corrispettivi dei campi flegrèi sono collocati a sì gran distanza dall' Etna che riesce diffìcile il ravvisarne la connessione? Forse che i depòsiti di zolfo di Licata e Girgenti, o i vulcani spenti di Val di Noto, altro non sono che queste appendici dell'Etna, che sembràvano in esso mancare? Era naturale che mi sorgesse nell'ànimo un tal dubbio e ch' io mi sforzassi di compire in qualche modo quel grande vulcano che, così isolato come mi si presentava, doveva parermi un' òpera monca ed imperfetta. Però, meglio considerando la questione, mi accorsi che il vero motivo di una tal mancanza doveva ricercarsi nella grandezza medèsima del vulcano e nel modo simmètrico ed ordinato della sua formazione. Supponiamo che il Vesuvio, invece di èssere sorto in un àngolo del golfo di

Nàpoli, avesse avuto la sua sede proprio nel centro e che, invece di dilapidare la propria sostanza spargèndone un po' da per tutto sulle terre e sui mari vicini e lontani, l'avesse accumulata intorno a sè stesso, incorporàndosela, e fosse cresciuto così gigantesco da prèndere dimensioni uguali a quelle dell' Etna; il golfo sarebbe stato ostruito, i campi flegrèi e l'ìsola d'Ischia sarèbbero stati sepolti, e il Vesuvio si vedrebbe anch'esso sòrgere isolato a somiglianza dell' Etna. Ne risulta che l'Etna non è un vulcano eccezionale, che siasi formato in un modo diverso dagli altri, e che, se più non tròvansi le tracce de' suòi lavori vulcànici primitivi, è perchè esso le ha cancellate, coprèndole col prodotto de' suòi lavori posteriori. Giova crèdere che anche l'Etna abbia formato in origine i suòi campi flegrèi; ma che li abbia poi tolti alla vista, nascondèndoli e seppellèndoli sotto il suo gran mantello di lava.

SEZIONE SECONDA

SEZIONE SECONDA

QUESTIONI FISIOLÒGICHE

418. La sezione seconda comprende due soli Capi, aventi per titolo:

1.° Meccànica della vita.

2.° Orìgine prima dei corpi viventi.

Le proposizioni che si svilùppano nel primo Capo non sono che un'estensione alla fisiologìa dei principj fondamentali della geologìa e scaturiscono spontaneamente da un'interpretazione più larga degli esperimenti geològici già eseguiti. Quelle invece che si annùnciano nel Capo secondo, ad èssere solidamente stabilite, richièdono la sanzione di veri esperimenti fisiològici non per anco da alcuno praticati. Entreremo pertanto in un campo dove il piede non potrà posare con sicurezza, perchè le giuste vie non fùrono ancora tracciate; nè io pretendo alla gloria d'averle aperte e percorse pel primo. A me basterà di poter persuadere che le vie ci sono e che giova il cercarle, che gli esperimenti fisiològici sono possìbili e che è ormài venuto il tempo di tentarne la prova.

SEZIONE II.

CAPO PRIMO

MECCANICA DELLA VITA

Articolo I.

Della vita in generale.

Esame delle condizioni che si ritèngono indispensàbili affinchè un èssere possa dirsi vivente — Necessità della materia sòlida e della materia liquida — Necessità della materia aeriforme — Corpi che si credèvano vivi e che non lo sono — Corpi vitali — Letargo invernale delle piante — Un pregiudizio assài diffuso circa la natura della vita — Alle montagne, durante la loro formazione, non si può rifiutare il titolo di èsseri viventi — Non v'è alcuna ragione per negare l'esistenza della vita minerale — Anche ammessa la vita minerale non si deve crèdere che la vita sia una proprietà generale ed appartenga indistintamente a tutti i corpi — Importanza scientifica della questione relativa all'esistenza della vita minerale.

419. Se ancora manca una definizione della vita accettata universalmente, di certo esiste nella mente di tutti circa la natura della vita un concetto comune, cosicchè allorquando si conosce il modo di comportarsi di un corpo tutti senza eccezione ci troviamo d'accordo nel giudicare se esso debba ritenersi dotato della vita oppure di essa mancante. Intanto siamo tutti d'accordo nel ritenere che un'èssere vivente sia una màcchina in

stato di attività, per cui consideriamo come privo di vita un èssere che sia stato vivente tostochè il suo organismo perde l'attitùdine a funzionare, nel qual caso, quantunque la màcchina esista ancora, non essendo più in grado di lavorare si dice che la vita è andata perduta: un animale appena morto, prima che il suo organismo si sfasci, è appunto in questo caso. Si vede da questo esempio come noi siamo sòliti ad andare guardinghi prima di ammèttere che in un corpo risieda la vita, mentre la neghiamo perfino a quelli ove essa ha da poco tempo risieduto e che consèrvano ancora tutte le esterne apparenze di quando èrano vivi. Perchè da noi si riconosca l'esistenza della vita in un dato corpo non ci accontentiamo di prèndere un'esatta cognizione della sua compàgine, ma lo vogliam vedere alla prova e richiediamo ch'esso ci dimostri di possedere la vita per mezzo dell'esercizio di qualche speciale attività. Tutti i corpi, qualunque sia la loro conformazione e la loro struttura, pòssono èssere privi di vita; ma non tutti i corpi, qualunque sia la loro conformazione e la loro struttura, pòssono prestarsi al possedimento della stessa. Egli è pertanto ammesso generalmente che la vita non può considerarsi come il retaggio d'ogni specie di corpi, ma che è una prerogativa speciale appartenente solo ad alcuni. Ora esaminiamo quali sono le particolarità che deve presentare un corpo affinchè, secondo il concetto che dentro di noi, tutti d'accordo, abbiamo della vita, noi, tutti d'accordo, dobbiamo èsser tratti a giudicarlo vivente.

420. Intanto nessuno è disposto ad ammèttere l'esistenza di corpi viventi a cui non competa una qualche figura determinata, o di cui la figura possa variare in un modo qualunque senza alcuna limitazione. Perciò la presenza di materia sòlida è nella mente di tutti una condizione indispensàbile perchè un corpo si possa chiamare vivente. I poeti immaginàrono èsseri composti di àere sottilissimo o' di purissima linfa, ma nessuno ha mai creduto sul serio che un soffio d'aria od una polla d'acqua potèssero costituire un vero corpo vivente. Mancando ogni materia sòlida che limiti la grandezza del corpo e dia consistenza e qualche stabilità alla figura non si può dunque ammèttere l'esistenza della vita. Ma d'altra parte, un corpo che sia tutto fatto di materia sòlida, escludendo nel suo interno la possibilità di un qualunque percettìbile movimento, esclude per ciò stesso, secondo il concetto che tutti abbiamo della vita, la possibilità ch'esso la possegga. Tutti i corpi viventi che noi conosciamo contèngono nel loro interno una materia lìquida, e un corpo vivente privo affatto di materia lìquida noi non sapremmo nemmeno immaginarlo. Però non tutti i corpi sòlidi contenenti nel loro interno una materia lìquida vèngono da noi giudicati come viventi: siam ben lontani da ciò. Se il liquido è stagnante nell'interno del corpo, questo per certo non può èssere dichiarato vivente. Bisogna che il liquido si trovi là dentro in preda ad un continuo movimento, e che le càuse dirette del moto risièdano nel corpo stesso nel quale esso si compie. Bisogna infine che la materia sòlida del

corpo possa rifornirsi alle spese del lìquido; ovvero che il lìquido sia così costituito che possa facilmente trasformarsi nella materia sòlida del corpo, tanto per farne crèscere la mole quanto per ripararne le pèrdite. Allorchè verifichiamo che dentro un corpo sòlido v'è un liquido che regolarmente si muove senza impulsi esteriori e che serve a nutrirlo, noi tutti diciamo che quel corpo è vivente; mentre la circolazione dei lìquidi nell'interno dei corpi sòlidi e l'assimilazione sono da tutti ritenuti come i fenòmeni fondamentali della vita e caratteristici dei corpi viventi. Il Bufalini dice: » ecco gli atti prin- » cipali della vita ridotti in questi due, movimento vi- » tale e processo d'assimilazione orgànica (*) ».

421. Metteremo in chiaro più avanti come questa misteriosa circolazione dei lìquidi nell'interno dei corpi viventi non possa effettuarsi senza lo svolgimento dal seno del lìquido di una materia aeriforme che gli comùnichi l'impulso, per cui siamo tratti ad ammèttere come condizione indispensàbile all'esistenza di qualunque vivente la coesistenza e le recìproche azioni di materia sòlida, di materia liquida e di materia aeriforme. Ciò non signìfica che da per tutto ove siavi abbondanza della materia nei tre diversi stati di fisica costituzione debba necessariamente svilupparsi la vita, ma ciò ne assicura che la vita non è possìbile ove anche uno solo dei tre stati di fìsica costituzione faccia interamente difetto. Perciò se fosse vero che nella luna màncano

(*) *Fondamenti di patologia analitica* Vol. I. Cap. 14, Pag. 105.

affatto le materie aeriformi si potrebbe asserire con tutta sicurezza che nella luna non è possìbile la vita, mentre ad onta dell'altìssima temperatura ciò non si potrebbe asserire pel sole, almeno s' egli è vero che in esso si àbbiano i segni dell'esistenza di materie già solidificate.

422. Ora per le cose esposte le quali non sono che l'anàlisi del concetto che gli uòmini, generalmente parlando, si fòrmano della vita, avendo stabilito che i due fenòmeni fondamentali e caratterìstici della vita sono quelli stessi che vèngono assunti anche dal Bufalini sotto il nome di movimento vitale e di assimilazione orgànica, credo che dèbbansi ammèttere come vere tutte le conseguenze che legittimamente discèndono dall'esposto principio, alcune delle quali essendo in contraddizione con radicati pregiudizj divisi anche dai più dotti cultori della scienza, non fùrono, ch' io sappia, ammesse finora da alcuno. Èccone una che mi pare della màssima evidenza: i semi dei vegetàbili finchè non comìncino a germogliare e gli ovi degli animali finchè non comìncino a svilupparsi dèvono aversi in conto di corpi privi di vita. E infatti come può mai crèdersi che in essi esista il movimento vitale e l' assimilazione orgànica, se in essi nulla si muove e nulla si assimila? Mentre per quanto pìccolo fosse in essi il movimento o l'assimilazione, col lungo tempo dovrèbbero diventar percettìbili, nè vi sarèbbero ovi di animali che potèssero conservarsi inalterati per molti anni, colla sèmplice avvertenza di tenerli a temperature alquanto inferiori a quella di cui hanno bisogno per svilupparsi, nè vi

sarèbbero semi di vegetàbili capaci di mantenersi inalterati non dirò per anni ma per molti sècoli come è avvenuto di alcuni grani trovati nelle piràmidi egiziane, che confidati al terreno fècero per noi le spiche le quali, andando le cose regolarmente, avrèbbero dovuto nàscere trenta o quaranta sècoli fa. Ora è chiaro che se in questi ovi, se in questi semi non v'è alcun movimento di liquido od alcuna assimilazione manca il fenòmeno fondamentale e caratterìstico della vita, dunque non si può dire che la vita vi sia. Ne seguirebbe pertanto questo aforismo, il quale per la virtù di un pregiudizio universale ha tutta l'apparenza d'èssere un assurdo, cioè che gli èsseri viventi quali sono le piante e gli animali si propàgano per mezzo di corpi non vivi quali sono i semi e gli ovi.

423. I semi e gli ovi non sono viventi, ma bàstano circostanze comunìssime assài fàcili a verificarsi perchè essi si ànimino e divèntino vivi. Pare che il vocàbolo più proprio per esprìmere questo loro stato sia quello di chiamarli *vitali*, mettèndoci in guardia di non chiamare più col nome di vitalità quel rimasuglio di vera vita che ànima per qualche tempo le parti staccate dai corpi vivi, come le code delle lucèrtole, le branche dei gàmberi o i pezzi d'un'anguilla tagliata.

424. Le piante che sòffrono il letargo invernale, quali sono quasi tutte quelle proprie dei nostri paesi si dèvono ritenere viventi durante l'inverno? Pare che in questa stagione ogni movimento del liquido nutritivo sia in esse interamente sospeso: se ciò fosse, come tutto

ci fa crèdere che sia, mancherebbe una delle condizioni indispensàbili per la vita, e quindi si dovrebbe ritenere che la vita in esse non esiste. Tra due tronchi di piante della stessa qualità, l'uno lasciato intatto e l'altro reciso al basso, durante il letargo invernale, non dovrebbe esìstere alcuna sostanziale differenza, e se non riteniamo vivente l'ùltimo non saprèi trovar la ragione per la quale si debba ritener vivente il primo; poichè non vale il dire che la questione è decisa dalla primavera che ridestando in uno la vita e nell'altro no, ci fa conòscere che nell'uno esisteva anche quando non ce ne accorgevamo mentre nell'altro era spenta. In quanto a me penso che la vita è ugualmente spenta in tutt'e due, colla differenza che quello il quale conserva la facoltà di riprèndere la vita coi primi tepori della primavera è un tronco vitale, mentre quello che ha perduto la facoltà di rivìvere ha perduto anche la vitalità. Epperò vediamo come la vita in varj individui vegetali possa con norme regolari ad intervalli determinati spègnersi e ridestarsi. La stessa singolarità viene pure presentata anche da qualche animale, perchè per es. il rotìfero essiccato che coll'umidità riprende la vita presenta senz'alcun dubbio un caso di vita che può ridestarsi, quantunque interamente cessata; per cui anche nel rotìfero essiccato si dovrà dire che esiste la vitalità ma non la vita.

425. Queste conseguenze così sèmplici e naturali della definizione che abbiam dato della vita sèmbrano paradossi perchè fuor d'ogni propòsito e senza alcuna

ragione, per influenze d'origine clericale, poste affatto fuori dal campo scientìfico, ci eravamo immaginati che la vita fosse un fenòmeno affatto eccezionale e senza alcuna stretta e necessaria connessione con tutti gli altri fenòmeni del mondo materiale, cosicchè pareva un assurdo il crèdere che vi potesse esìstere alcun regolare passaggio tra gli èsseri viventi e quelli privi di vita, nè ritenèvasi credìbile che la vita potesse suscitarsi entro materia non viva, o che vi potesse esìstere qualche èssere che ad intervalli ora fosse vivente ed ora non lo fosse. Insensato e mìsero pregiudizio che fu di grande inciampo ai progressi della fisiologìa e che obbligò questa nòbile scienza a ricòrrere anch'essa a quel gergo di vaniloquii che è l'ùnico capitale e dovrebbe èssere un diritto esclusivo di quelle vaghe dottrine che pòsero il loro accampamento fuori del mondo sensìbile. Scosso una volta siffatto pregiudizio vedremo scaturire dalla nostra definizione della vita alcune altre importantìssime conseguenze che sarèbbero sembrate ancora più paradossali di quelle che abbiam già riferito.

426. Esaminiamo un po' che cosa succede allorchè si fòrmano per mezzo dei lìquidi plutònici le mie pìccole montagne sperimentali: anzi prendiamo a considerar la montagna allorchè è già formata per metà. La parte già formata della montagna è costituita di materia sòlida e la materia che deve dare orìgine all'altra metà è contenuta in istato di liquidità nell'interno della parte già solidificata. E il lìquido a cui faccio allusione è in preda ad una continua attività: non cessa un istante

dal muòversi, e i suòi movimenti sono così ritmicamente regolati che si pòssono anticipatamente descrìvere con tutte quelle particolarità ch' essi dovranno presentare; e questi movimenti così caratterìstici, così persistenti, così immancàbili sono prodotti da forze che non provèngono dall'esterno ma che si svòlgono dal lìquido stesso ch'esse pòngono in movimento, chè tale è appunto la proprietà fondamentale dei lìquidi plutònici, per lo che ad essi compete a tutto rigore di tèrmini la qualificazione di lìquidi semoventi. Infine il frutto supremo di tutta questa attività del lìquido plutònico è il progressivo sviluppo della montagna che viene da esso continuamente alimentata.

Ora io domando: in una montagna che va formàndosi, ci sono o non ci sono tutti i caràtteri proprj degli èsseri viventi? e nella formazione della montagna tutte le condizioni che abbiamo riconosciute necessarie e sufficienti a caratterizzare il fenòmeno della vita ci sono o non ci sono?

Si tròvano in presenza e da per tutto a contatto la materia sòlida e la materia liquida: questa è in continuo movimento per forze che non provèngono dall'esterno, e serve all'accrescimento, allo sviluppo od al nutrimento della parte sòlida perchè in essa va di mano in mano convertèndosi.

Siamo costretti a riconòscere che nella formazione delle montagne si verìficano senza eccezione e senza alcuna restrizione tutti i fenòmeni caratterìstici della vita, dunque se vogliamo èssere lògici, siamo costretti

ad ammèttere che la montagna durante tutto il tempo della sua formazione deve considerarsi come un èssere vivente, e che il processo per cui si forma e si sviluppa è un processo vitale.

427. In verità non so capire perchè si debba aver tanta ripugnanza ad ammèttere che oltre la vita animale e vegetale esista anche la vita minerale. Per qual ragione si ammette l'esistenza delle due prime vite, quantunque fra loro assài diverse? Perchè in mezzo alle diversità che presèntano e l'una e l'altra possèggono in comune quelle proprietà che noi abbiamo di sopra additate come le sole necessarie e sufficienti a caratterizzare la vita. Ora se queste medèsime proprietà si riconòscono appartenenti anche ad una terza serie di èsseri, per qual motivo dovremo ritenere, che questi non sono viventi? Certo che i viventi minerali non saranno da confòndersi coi viventi vegetali, come questi non si dèbbono confòndere coi viventi animali ma come il tìtolo di viventi compete agli animali e ai vegetali deve compètere di pieno diritto anche a tutti quèi minerali dove si esèrcitano quelle funzioni che caratterizzano l'èssere vivo.

428. Con ciò sono ben lontano dallo stabilire quanto mi venne erroneamente attribuito da alcuni che non mi lèssero o non mi comprèsero, cioè che la vita appartenga indistintamente a tutti gli èsseri dell'universo; chè per contrario credo d'èssere stato il primo ad indicare caràtteri fàcili e sicuri per distìnguere i corpi vivi da quelli che non lo sono. Io non ho mai sognato

per es. di dire che il vetro sia un corpo vivente: tutti i corpi entro i quali non funziona alcun lìquido nutritivo non pòssono èsserlo. Una montagna che ha già percorso tutte le fasi della sua formazione, e dentro la quale per la compiuta solidificazione è interamente scomparso il lìquido nutritivo, non può più considerarsi come un èssere vivente. La vita in essa si è spenta e ciò che di essa rimane non è che un cadàvere. Questi crìtici ch' io accuso di leggerezza non di mala fede lasciàvano per es. supporre ch' io credessi che un uomo morto è ancora un èssere vivo, e molte altre amenità della stessa forza. S'io ritengo come viventi alcuni èsseri minerali, per contrario nego la vita ad alcuni èsseri vegetali od animali a cui essi l'attribuivano certamente come se fosse un artìcolo di fede; tali per es. sono i semi e gli ovi finchè non comincino a svilupparsi, tali le piante durante il letargo invernale, tale il rotìfero essiccato, ecc., ecc.; cosicchè in ùltima anàlisi fatto il còmputo dei loro viventi e dei mièi credo che il loro nùmero non rimarrà al di sotto del mio.

429. Del resto il disputare se vi sìano o non vi sìano èsseri viventi nel regno minerale non è una questione di parole, ma è invece una questione scientìfica fondamentale; poichè una volta ammesso che la vita cominci ad apparire nel regno minerale, siccome è quì dov'essa deve mostrarsi sotto la sua apparenza più sèmplice, a rèndere fruttuoso lo studio dei fenòmeni della vita, bisognerà che sia fatto precisamente sopra i viventi minerali. È in questi dove si ordiscono le prime fila della vita, e

dove è possìbile tener dietro al processo vitale, mèt-terne allo scoperto le molle, scoprirne tutto l'andamento: è quì dove il mistero della vita si può sorprèndere alla sua prima sorgente, dove il velo che lo ricopre è più trasparente, dove anzi riesce possìbile il rimòverlo interamente. Conosciuta la vita, collo studio dei viventi minerali, in tutto ciò ch'essa ha di essenziale, ci sarà noto tutto ciò che costituisce la vita fondamentale anche nei viventi vegetàbili ed animali. Resteranno soltanto a scoprirsi quèi congegni di aggiunta in virtù dei quali la vita minerale elèvasi al grado di vita vegetale, e quegli altri che fanno poi salire la vita vegetale alla dignità di vita animale.

Ora passerò ad esaminare partitamente le tre qualità di vita incominciando dalla vita minerale, e cercherò di porre in chiaro i rapporti che le collègano e le differenze che le disgiùngono.

Artìcolo II.

La vita minerale.

Semplicità della vita minerale — I minerali viventi conosciuti — Confronto fra l'organismo de' vulcani e quello de' ghiacciài — Confronto tra la vita minerale e alcuni congegni artificiali — Come gli stessi viventi pòssano èssere fatti con materiali diversi — D'onde proviene nei ghiacciài la straordinaria durata della vita e da che è limitata — La vita della crosta terrestre — Viventi minerali a base di silicati e a base di acqua — Fàcile passaggio della materia priva di vita alla materia minerale vivente — Identità del frasario generalmente adottato pei fenòmeni vulcànici e per gli atti dei corpi viventi — Convenienza di applicare lo stesso linguaggio anche ai fenòmeni dei ghiacciài — La forza plutònica è il fondamento di ogni specie di vita.

430. Le varie condizioni necessarie a verificarsi per l'esistenza della vita, non si tròvano mai isolate, o scevre di ogni altra complicazione, fuorchè nei viventi minerali nei quali ogni energia vitale è prodotta dalla consolidazione di un liquido plutònico. Ogni qual volta il processo di consolidazione di un liquido plutònico è cominciato, e finch'esso dura, si verificano nell'èssere minerale tutte le condizioni richieste a collocarlo fra gli èsseri viventi. V'è il sòlido in presenza del liquido, questo per una forza ìnsita muòvesi continuamente, pènetra il sòlido da per tutto, e trasformàndosi in esso lo fa crèscere e lo alimenta.

431. A me accadde di poter formare una serie numerosissima di liquidi plutònici e col farli consolidare potèi assìstere a tutte le fasi della vita di molti diversi

minerali. In natura si formàrono le montagne per la consolidazione di un lìquido plutònico, ma delle montagne non abbiamo più che i cadàveri: la vita che le animava è spenta già da lunghìssimo tempo. Minerali viventi abbiamo ancora alcuni vulcani, tutti i ghiacciài e varie efflorescenze. Montagne e vulcani non sono che varietà di una medèsima specie: i ghiacciài appartèngono ad una specie affatto diversa ed a specie diverse appartèngono pure le efflorescenze delle diverse sostanze. I vulcani rimàngono soli a rappresentare il tramonto di una specie minerale che ha dominato tutta la terra; i ghiacciài sono le primizie e rappresèntano l'aurora di una specie di viventi minerali che aspetta il suo tempo, quello del perìodo tellùrico futuro, per invàdere pressochè tutta la terra.

432. Tra i vulcani ed i ghiacciài oltre la diversità chìmica dei plutonj è ad osservarsi che il lìquido il quale viene elaborato dal vulcano pel proprio sviluppo è già tutto in lui contenuto, mentre invece ad alimentare il ghiacciajo accorre sempre dalla regione delle nubi materia nuova; cosicchè quasi si direbbe che in questo vivente minerale è già posta in attività la nutrizione a due gradi che è uno dei fatti più generali e più caratterìstici della vita nei vegetali e negli animali. Da questa maggior complicazione nell'organismo dei ghiacciài non si può desùmere la conseguenza, come parrebbe, che occupàssero nella scala degli èsseri viventi un grado più elevato di quello occupato dai vulcani. Vi sono molte efflorescenze che nei loro atti vitali

si avvicinano ancor più che i ghiacciài ai fenòmeni presentati dalla vita dei vegetàbili, eppure non è a crèdersi che le efflorescenze gòdano di una vita più alta di quella che spetta ai ghiacciài od ai vulcani. Quì si rinnova lo stesso fatto che ci si presenta nel confronto tra i vegetali e gli animali, cioè che quèi vegetali che più degli altri pare che partècipino delle funzioni proprie degli animali non tròvansi alla sommità ma invece agli infimi gradini della loro scala. Avviene pertanto che dove i tre regni si tòccano e quasi si confòndono, esistono specie non ben disegnate, con caràtteri poco spiccati, ed è soltanto col discostarsi in tre direzioni diverse che esse vanno acquistando maggior significanza e maggior perfezione. Vedremo più sotto che i ghiacciài mentre da una parte confinano col regno vegetale hanno per l'altra parte strettìssime affinità con èsseri privi di vita.

433. Gli organismi minerali tròvansi nel caso stesso d'un ordinario orologio, dentro il quale fu accumulata una certa quantità di forza, e l'orologio cammina finchè non abbia consumata tutta la detta forza la quale si svolge lentamente e a pìccole porzioni per volta, in quanto che il suo svolgimento è continuamente interrotto da un freno che ad ogni istante le fa ostàcolo e la paralizza. La forza plutònica si comporta esattamente nel modo stesso: se ne svolge una certa pìccola parte per la consolidazione di un dato nùmero di molècole, ma il calore che sprigiònasi durante questo atto di consolidazione, impedisce per qualche tempo che la consolidazione progredisca, e per tutto questo tempo la forza

plutònica non può svilupparsi. Pertanto il lavoro delle forze plutòniche è regolare ed intermittente, proprio qual'è il lavoro della forza che colla càrica si è imprigionata nell' orologio e che serve a farlo camminare. Consumata la forza rinchiusa nell'orologio, questo cessa dal muòversi; consumato tutto il plutonismo del lìquido, questo si trova consolidato, e cessa la vita.

434. Il movimento automàtico dei lìquidi plutònici è prodotto, come ho ripetutamente dimostrato, dalla espansione delle materie aeree che vèngono abbandonate dal lìquido che si consòlida, per lo che, se materie aeree non vi fòssero, il movimento dei lìquidi plutònici non potrebbe effettuarsi, o per dir meglio i lìquidi plutònici stessi non esisterèbbero. Da ciò si deduce, quanto si è più sopra accennato, cioè che alla produzione della vita anche nel suo stato più sèmplice, qual'è quello della vita minerale, oltre la materia sòlida e lìquida è necessario l' intervento della materia aeriforme; per cui bisognerebbe conchiùdere che non vi può èssere vita ove non si tròvino simultaneamente esistenti tutti e tre gli stati di fìsica costituzione della materia. E però mi faccio a ripètere che s'egli è vero quanto da molti si crede, cioè che la luna sia interamente ridotta allo stato di solidità, per la doppia ragione di mancar di materie liquide e di materie aeriformi, dovrebbe trovarsi affatto destituita di èsseri viventi. Invece considerando che le montagne, i vulcani, i ghiacciài fatti nàscere con materiali affatto differenti si mantèngono in tutte le loro manifestazioni affatto idèntici a sè stessi, se ne trarrà

la conseguenza che il medèsimo èssere vivente può venire organizzato in modo idèntico, sebbene con materiali affatto differenti, e ciò è in conformità di quanto si può praticare artificialmente con una màcchina qualunque, cosicchè per es. due orologi non saranno due màcchine diverse sebbene nell'uno le ruote sìano fatte di acciajo e nell'altro sìano fatte di ottone. Se adunque sulla superficie della terra vìvono i ghiacciài fatti con materiali acquosi, e che hanno bisogno per mantenersi che la temperatura dell'ambiente oscilli fra determinati lìmiti non molto estesi; mentre un soverchio freddo rendendo tutto sòlido il ghiacciajo gli toglierebbe ogni attività e lo farebbe perire assiderato, e un soverchio caldo, fonderebbe tutto il ghiaccio e disferebbe il ghiacciajo, non ne consegue che in qualche altro pianeta non vi pòssano èssere ghiacciài, perchè la temperatura dell'ambiente si mantiene sempre lontanìssima da quèi due lìmiti di cui abbiam di sopra parlato; e in quanto a me credo possìbile ed anzi naturalìssimo che vi sìano ghiacciài in tutti i diversi pianeti, quantunque le temperature che in essi dòminano sìano enormemente diverse dalla temperatura media della terra. La sola differenza sarà che mentre quì i ghiacciài cònstano di òssido di idrògeno, negli altri pianeti consteranno di altre materie, fàcili a cambiar stato di fìsica costituzione entro i lìmiti di temperatura che là si presèntano.

435. Riteniamo intanto questo principio che se vogliamo paragonare gli èsseri viventi a qualche cosa di artificiale non possiamo ad altro assomigliarli fuorchè alle

màcchine in azione. Per gli èsseri minerali il confronto può farsi in un modo manifestamente razionale con molte delle nostre màcchine più comuni. Poco sopra abbiam paragonato l'èssere minerale ad un orologio il quale sta in azione finchè la forza che fu in esso accumulata non sia stata tutta adoperata a mantenere il movimento delle ruote e delle sfere, e del pari l'attività dell'èssere minerale dura finchè tutta la forza plutònica accumulata originariamente nel liquido non sia stata adoperata o a sollevar materia se si tratta di montagne, o a farla eròmpere se si tratta di vulcani, o a farla camminare se si tratta di ghiacciài. Nello stesso modo il vivente minerale potrebbe èssere paragonato ad una màcchina a vapore la quale continua a funzionare finchè non abbia consumato o l'acqua che fu posta nella caldaja, o il carbone che fu posto sul focolare.

436. Nè si deve crèdere che i ghiacciài per es. fàcciano eccezione alla règola ora dichiarata e non pòssano paragonarsi ad una delle due dette màcchine per la ragione che in essi pare che la durata non abbia alcun limite e sia indefettibile la forza che li mette in azione. Bisogna por mente che il ghiacciajo, come noi siamo sòliti a considerarlo, non è un solo èssere individuale ma è la sovrapposizione e la successione di un nùmero indefinito di ghiacciài.

437. Il liquido plutònico che colla sua consolidazione alimenta il ghiacciajo è l'acqua proveniente dal disfacimento della neve che tròvasi depositata sul cùlmine della montagna: ora la neve che si è accumulata là

sopra e che presta i materiali per la formazione del ghiacciajo può alimentarlo soltanto per un tempo limitato e determinato, e fornire pei movimenti del ghiacciajo una limitata quantità di forza del pari determinata. Le cose però alla superficie della terra sono stabilite per modo che prima che la detta quantità di neve si consumi e il ghiacciajo perisca per inanizione, nuova neve cade dalle nùvole a rimpiazzare quella distrutta ed a fornire nuovi materiali di alimentazione e nuova forza al ghiacciajo; e perciò l'attività del ghiacciajo persiste e la sua vita diventa perenne. Ma siccome il fatto della caduta di nuova neve non è provocato dall'esistenza del ghiacciajo, ma succederebbe ugualmente e nel medèsimo modo anche se il ghiacciajo non esistesse, così s'intende benìssimo che gl'intervalli tra una caduta di neve e la caduta successiva potrèbbero èssere tanto grandi che il ghiacciajo formato per la prima neve fosse già distrutto quando incominciasse a cader la seconda, e allora la distinzione fra ghiacciajo e ghiacciajo e la vita limitata di ciascun d'essi apparirèbbero manifestissime. Pertanto se questi intervalli sono troppo brevi, e il ghiacciajo cambia apparenza, non ne viene ch'esso debba cambiar di natura, e noi dobbiamo ricordarci che se quel gran tutto pare che goda di una vita perenne egli è perchè è costituito da tante vite le quali benchè dùrino un tempo limitato interferìscono fra loro e si succèdono senza fine. Un ghiacciajo è come un banco di coralli, è piuttosto da considerarsi come una intera stirpe che non come un solo vivente: è il caso di

una ruota da mulino che mossa dalla corrente indefettibile di un fiume gira perpetuamente senza posar mai. In questo caso però la ruota, in virtù del continuo girare, deve consumar l'asse intorno a cui gira, e nel caso del ghiacciajo deve succèdere la stessa cosa: gli ammassi di ghiaje, ciòttoli e macigni che il ghiacciajo trasporta sempre verso il basso, e con cui esso va innalzando a propri piedi vere catene di colline, dèvono a poco a poco alterare le condizioni topogràfiche in virtù delle quali il ghiacciajo poteva mantenersi, e collo scòrrere dei sècoli, siano pure a centinaja o a migliaja, il ghiacciajo dovrà scomparire in conseguenza dei guasti necessarj che la sua lunga esistenza finirà a produrre nel bacino che lo ricetta. Con ciò mi sembra di aver messo in chiaro come una màcchina in movimento, per quanto siano pressochè perfette le condizioni della sua stabilità, debba necessariamente guastarsi, e che per conseguenza non solo sia un assurdo la perpetuità della vita d'un individuo, ma lo debba èssere del pari, date le differenze di tempo, la perpetuità della vita di una specie qualunque.

458. La superficie della terra, anticamente occupata da un lìquido plutònico che poi si è consolidato, durò vivente per molte e molte migliaja di sècoli, e la sua vita, sebbene concentràtasi alle sole località dove esìstono vulcani ardenti, non è tuttavia interamente consumata, ed anche è a crèdersi che alcuni dei detti vulcani non sia per spègnersi troppo presto. Però ad onta della lunghissima durata, anch'essa ha dovuto vòlgersi

verso il suo inevitàbile tramonto. Pertanto avremmo torto di crèdere alla perpetuità di una specie qualunque se anche possedèssimo le prove ch' essa avesse potuto durare varie centinaja di sècoli.

439. Le materie dei principali minerali viventi nel nostro periodo tellùrico sono quelle stesse che dièdero il nome al periodo precedente, però cogli stessi materiali dobbiamo crèdere che avrà vissuto un considerèvole nùmero di minerali anche nel periodo tellùrico or nominato, il che io dico tra le altre ragioni appoggiato a questa che nel periodo attuale sebbene non ancora molto avanzato vediamo esìstere i ghiacciài i quali sono èsseri viventi di cui i materiali, cioè l'acqua, sono appunto quelli da cui lo stesso trae il suo nome. Molto si moltiplicheranno questi viventi minerali costituiti dall' acqua coll' avanzarsi del periodo in cui viviamo, e molti minerali costituiti di silicati dèvono aver vissuto nel tempo in cui la sìlice fusa riempiva i mari della terra, e la sìlice aeriforme volteggiava in grembo alla atmosfera producendo densìssime nubi. I vulcani sègnano il tramonto di una numerosa serie di minerali viventi a base di silicati, e i ghiacciài sègnano l'aurora di una numerosa serie di minerali viventi a base di acqua.

440. Infatti sulla superficie della terra vi è acqua da per tutto, nei mari, nei laghi, nei fiumi, negli stagni, nelle pozzànghere, nei terreni irrigati: vi è acqua nelle sorgenti, vi è acqua in grandissima quantità nei profondi recessi della crosta terrestre. Ora tutta quest'acqua è un liquido plutònico, e però se non si può dire che

viva o che costituisca èsseri viventi, perchè, come si è dimostrato, viventi interamente lìquidi non pòssono ammèttersi, egli è indubitàbile che da per tutto ove il gelo cominciasse a rapprèndere queste acque, esse si trasformerèbbero immediatamente in altrettanti minerali viventi. Un fiume congelàndosi darebbe origine ad un ghiacciajo; un mare, un lago, colla congelazione produrrèbbero catene di montagne ed anche veri vulcani con materiali acquosi, ed ogni pìccola pozzànghera si trasformerebbe in un piccolo èssere dotato di vita. Vediamo pertanto che l'acqua finchè è lìquida se non è vivente è per certo vitale; cioè tròvasi nel caso istesso degli uovi e dei semi, i quali, quantunque non sìano vivi, pòssono con tutta facilità diventare viventi e dare origine ad esseri vivi.

441. Ciò dimostra quanto sia regolare e fàcile il passaggio tra la materia bruta e la materia organizzata o vivente. Un lìquido non plutònico è materia bruta, nè vivente, nè vitale: un lìquido plutònico non è materia organizzata, ma può con tutta facilità organizzarsi, e diventar vivo; non è vivente ma è vitale: questa medèsima materia allorchè pel freddo comincia a rappigliarsi, diventa un èssere che va organizzàndosi e bisogna dire che in essa è entrata la vita.

442. A propòsito dei vulcani sono consacrate certe espressioni sia dall'uso comune, sia dall'uso che ne fanno gli scienziati, che sembrerèbbero indicare come, nel concetto di tutti, i vulcani si ritèngano veramente èsseri dotati di vita. Prima del 1759 si diceva che nessun

uomo aveva visto *nàscere* un vulcano; dopo quell'època si disse che gli uòmini avèvano potuto assìstere alla *nàscita* del vulcano cui si diede il nome di Jorullo. Dei vulcani che più non màndano fuoco si dice che sònosi *spenti*: di quelli che dànno appena qualche segno di attività si dice che *ripòsano* ed anche che sono *dormenti;* quando l'attività ricompare si dice che il vulcano si *ridesta* e così di tutte le altre espressioni le quali, nessuna eccettuata, appartèngono al frasario adoperato per gli èsseri vivi.

Questo fatto attesta assài chiaramente le moltèplici, intime, imponenti rassomiglianze dei fenòmeni presentati dai vulcani con quelli presentati dagli èsseri vivi. Ora io domando per qual ragione i naturalisti che pure in comunione coi profani adòperano così fatto linguaggio hanno esclusa, senza nemmeno discùterla, la possibilità che i vulcani siano anch'essi viventi come gli èsseri del regno vegetale od animale a cui tanto somìgliano? Essi non ammisero nemmeno che di ciò si potesse fare argomento di una seria questione! A rènderci ragione di questa singolarità siamo costretti a ritenere che i naturalisti si formàrono un concetto della vita non cònsono a quello che è nella mente degli altri, e che, se per descrivere i fenòmeni presentati dai vulcani, si attènnero al linguaggio comune, il fècero colla riserva di potere attribuire alle parole che usàvano, un significato affatto diverso di quello ch'è il loro proprio e naturale. Insomma per essi non èrano che espressioni tollerate e da intèndersi in senso metafòrico.

443. Si conosce un altro esempio che sotto un certo rapporto si rassomiglia a questo. Si dice del sole che nasce e tramonta, che sale sulla volta del cielo fino al meridiano e poi discende verso l'orizzonte, e così di sèguito; insomma tanto gli astrònomi quanto i profani pàrlano del sole, come se fosse esso che realmente si movesse, mentre è noto che il sole è immòbile, e che il salire e il discèndere, il nàscere e il tramontare non sono che illusioni prodotte dal moto della terra che noi non avvertiamo.

I due casi si rassomìgliano in ciò che le apparenze presentate dal sole sono quelle di un corpo che si muova, e le apparenze presentate dai vulcani sono quelle di corpi che àbbiano vita. Epperò tanto il volgo quanto i dotti adottàrono per entrambi i casi un linguaggio che corrisponde a quelle apparenze. Pel sole si è dimostrato che le apparenze èrano ingannatrici, eppure si è continuato ad usare lo stesso linguaggio: pei vulcani si è ritenuto senza darne alcuna dimostrazione che le apparenze fòssero ingannatrici, eppure si è sempre continuato ad usare lo stesso linguaggio.

Fin quì la concordanza dei due fatti sussiste: abbiamo però toccàto di una differenza che ora cercheremo di mèttere nella dèbita luce. Per quanto riguarda il sole quel linguaggio si è usato per molti sècoli in piena buona fede credendo di aver ragione: per riconòscere d'avere avuto torto occorse una memoràbile scoperta, e ad essa, fortemente dapprima combattuta, i naturalisti si arrèsero di mala voglia, e non trovàrono necessità

di mutare un linguaggio ch'era stato consacrato da una inveterata abitùdine. Invece pei vulcani il linguaggio che si usò non si è mai creduto d'aver diritto di usarlo: occorse la scoperta del plutonismo per dimostrare ai naturalisti che essi, contro la loro propria convinzione, avèvano ragione: con ciò mi pare d'aver reso ad essi un buon servigio, pure non mi dànno alcun segno di essèrmene obbligati, e si può prevedere che non accetteranno l'esistenza della vita minerale se non che quando avranno inutilmente esaurito tutto l'arsenale delle possibili opposizioni.

444 Il linguaggio che si adòpera comunemente pei vulcani, sèntono alcuni una tentazione irresistibile di applicarlo anche ai ghiacciài. Ecco per esempio che cosa trovài scritto su tal propòsito nella recente òpera di Eliséo Reclus intitolata: *La Terra ossia descrizione dei fenòmeni della vita del globo* (*): » Tutte queste voci del » ghiacciajo crèscono d'intensità quanto più il sole si » innalza sull'orizzonte; ma se una fitta nube intercetta » repentinamente i raggi solari, il silenzio a poco a poco » si ristabilisce, e il ghiacciajo attende il ritorno della » luce per riprèndere il suo canto. L'enorme fiume » sembra dotato di *vita* di modo che alcuni scienziati » abbandonàndosi all'entusiasmo, come Hugi, propòsero » seriamente la questione, se il mostro non possedesse » un'ànima. Vi sono molti montanari che nella semplicità del loro spirito ne sono intimamente persuasi ».

(*) Vol. I, Parte III, Cap. I, pàg. 244.

Io non vado soggetto agli attacchi dell'entusiasmo, nè fui mai accusato di soverchia semplicità di spìrito, eppure divido col naturalista Hugi e con quèi buoni montanari la persuasione che i ghiacciài sono viventi, ed hanno un' ànima come l' hanno i vulcani, la quale ànima ha la sua sede nel plutonismo del lìquido nutritivo. Certo che la vita minerale non si deve confòndere colla vita vegetale, come questa non è a confòndersi colla vita animale, ma è del pari certo che oltre agli animali e ai vegetali vi sono anche varj minerali a cui compete la prerogativa della vita, e tali sono tutti quelli che vanno formàndosi per la consolidazione d'un lìquido plutònico come per es. i vulcani ed i ghiacciài.

443. Nei vegetali la vita si eleva di un grado: per esercitarsi ha bisogno di nuovi apparecchi, e quindi l'organismo loro è necessariamente più complicato.

Negli animali la vita si eleva di un altro grado: cresce ancora il nùmero degli apparecchi, e l'organismo si còmplica maggiormente; però il fondamento di tutt'e tre le vite è sempre lo stesso ed è il plutonismo del lìquido nutritivo; ond'è che prima di sottoporre ad esame i nuovi apparecchi della vita vegetale ed animale, credo dovermi alquanto intrattenere a far conòscere quali sìano propriamente le varie funzioni che nei tre regni della vita vèngono esclusivamente affidate alla forza plutònica.

Articolo III.

La forza plutònica.

La forza plutònica nei viventi del regno minerale e in quelli degli altri due regni — Il plutonismo dei liquidi nutritivi è la condizione indispensàbile di ogni specie di circolazione — Forme degli èsseri viventi — Per tutti i varj corpi viventi non v'è che una sola forza modellatrice — Le pressioni che si esèrcitano nell'interno dei corpi viventi tràggono la loro origine dal liquido nutritivo, e rivèlano una particolar funzione del liquido stesso — La forza modellatrice degli èsseri viventi è riposta nel plutonismo dei liquidi nutritivi — La forza plutònica ad onta dei maravigliosi fenòmeni che continuamente òpera sotto i nostri occhi, era sempre rimasta inosservata — Ora per quanto riguarda il règno minerale abbiamo potuto impadronircene e farla lavorare a nostra volontà.

446. Per quanto riguarda la vita minerale abbiamo dimostrato che è la forza plutònica quella che la promove e la sostiene, e abbiamo visto come questa forza consista in un gruppo di forze diverse le quali regolarmente si succèdono in un periodo che continuamente si riproduce. Una diminuzione di temperatura promove una parziale consolidazione del liquido; per la consolidazione si svolge una materia aerea che s'insinua nella materia rimasta liquida, la rigonfia, la mette in movimento e la riscalda: questo riscaldamento interrompe il processo della consolidazione, che però ben tosto ricomincia appena che la temperatura siasi sufficientemente abbassata, dopo di che si torna da capo; consolidazione parziale, emissione di aria, rigonfiamento e movimento del liquido, e riscaldamento che tronca

per qualche tempo il processo di consolidazione, e così sempre nello stesso modo finchè il lìquido si sia per intero consolidato, e tutta la forza plutònica siasi svolta ed abbia compiuto il suo lavoro d'organizzazione. Abbiamo anche fatto notare come la consolidazione dei lìquidi plutònici non sia provocata soltanto dall'abbassamento della temperatura ma venga altresì promossa dalla presenza nell'interno del lìquido della materia già solidificata. Ora la consolidazione dei lìquidi plutònici nel seno dei vegetali e degli animali invece d'èssere soltanto per una parte provocata dal contatto colla materia già solidificata pare che lo sia per intero, cioè pare che l'assimilazione del lìquido nutritivo sia piuttosto l'effetto di un'azione chìmica che si esèrcita tra il lìquido e le molècole sòlide con cui viene a contatto, che non il sèmplice effetto fìsico del raffreddamento. Anche nei viventi minerali l'assimilazione del lìquido alle parti sòlide non è la conseguenza del sèmplice congelamento; mentre lo sprigionarsi delle arie nell'atto della consolidazione ci avverte che il lìquido per èssere assimilato deve subire una qualche modificazione anche sotto il riguardo della sua chìmica costituzione; ma il fatto che nei minerali è soltanto abbozzato, nei vegetali e negli animali si disegna compiutamente, e la modificazione chìmica provocata dalla presenza del sòlido che appena appena si lascia scòrgere pel caso dei minerali, acquista una particolare importanza pel caso dei vegetali e degli animali. In tutto il resto la forza plutònica si comporta nei vegetali e negli animali esattissimamente nel modo

stesso come nei minerali. La consolidazione parziale che avviene nell'atto dell'assimilazione fa svòlgere materie aeree che fanno inturgidire il lìquido rimanente e lo spìngono al moto, nel mentre che il processo d'assimilazione resta per qualche istante interrotto in conseguenza di una passaggiera modificazione avvenuta nel lìquido per l'atto assimilativo ultimamente compiuto.

447. Ciò ammesso si ha il vantaggio di non incontrare più alcuna difficoltà nel dare spiegazione del movimento del lìquido nutritivo in seno alle piante e in seno agli animali degli òrdini inferiori dove non apparisce per anco nè il cuore, nè alcun vaso pulsante. Nei vegetali e nei detti animali che sono come spugne sòlide inzuppate da un lìquido che dentro di loro è in continuo movimento, il movimento avviene nel medèsimo modo e per le stesse cagioni come nelle montagne, nei vulcani e in generale nell'interno dei viventi minerali, cioè avviene unicamente per l'effetto della forza plutònica. In quanto agli animali degli òrdini superiori non è più possìbile il mèttere in dubbio che se la presenza del cuore e dei vasi pulsanti serve a conferire una più spiccata regolarità ai movimenti del lìquido nutritivo, non può èsser nè la sola càusa, nè la càusa principale della circolazione, la quale nell'interno dei parenchimi continua per qualche tempo ad effettuarsi anche quando, staccati dall'individuo a cui appartenèvano, sono sottratti ad ogni influenza dei vasi nominati, il che ad onta di qualunque complicazione dell'apparecchio vascolare non potrebbe in nessun modo effettuarsi se

il lìquido circolante non fosse plutònico. D'altronde ricorrendo ad un liquido dal cui seno svòlgasi continuamente qualche materia aeriforme è facilissimo il congegnare un apparecchio che rappresenti esattamente il complicato meccanismo della circolazione quale esiste negli animali degli òrdini superiori. In un sìmile apparecchio si potrebbe vedere il polmone respirare, contrarsi il cuore, pulsare le arterie, e il liquido, senza alcuna spinta esteriore, incessantemente circolare; nè si vede la possibilità di eseguire un apparecchio di tal natura se non si ricorre a qualche lìquido dotato dell' accennata proprietà. Bisogna dunque ammèttere che sia proprio il plutonismo del lìquido circolante la condizione indispensàbile affinchè questo possa circolare e ciò tanto nei minerali, quanto nei vegetali e negli animali di un òrdine qualunque, onde si deve ritenere che in ogni specie di viventi sia sempre la forza plutònica quella che fa circolare il liquido nutritivo e che rende possìbile la nutrizione. Il plutonismo è pertanto il fondamento d'ogni vita, e la forza plutònica è la forza vitale per eccellenza. Se volessi estèndermi a moltiplicar le prove di questa grande verità avrèi materia da riempirne un volume: ma fra quello che ho già pubblicato in tal propòsito nell' òpera *Sull'Orìgine delle Montagne*, e quello che ora esposi mi pare d'aver detto abbastanza perchè chi vuol capire, capisca, e non conviene sciupare il tempo ad accumular prove esuberanti per coloro che non vògliono intèndere, il che sarebbe come se si volesse aumentar l'illuminazione per far che vèdano i ciechi.

448. La nostra terra è un vasto laboratorio ove la materia per l'azione di varie forze naturali muta incessantemente le sue sembianze, e si conòscono innumerèvoli corpi, cioè tutti i corpi viventi, che per l'azione di una forza interna sono spinti ad assùmere forme determinate. Questo fatto, a ben considerarlo, è doppiamente maraviglioso e per la sempiterna costanza con cui si ripètono le medèsime forme e per la fantàstica varietà delle stesse.

Consegnando alla terra due semi di natura diversa si vèdono sòrgere due piante dove ciascuna parte della prima avrà ragguardèvoli diversità colla parte corrispondente della seconda. Un certo che di particolarmente caratterìstico a ciascuna delle due piante si troverà impresso nei fusti, nei rami, nelle foglie, nei fiori, nei frutti; basterà la forma d'una foglia, la disposizione delle sue nervature, basterà il colore d'un pètalo o la configurazione d'uno stame, basterà un frammento di corteccia o un pezzettino di legno per far distinguere una pianta dall'altra, perchè in esse tutto è diverso. Confidando invece alla terra due semi della stessa natura si vedranno sòrgere due piante in tutte le loro sìngole parti così esattamente conformi, che una foglia, un fiore, un frutto, tolti dall'una pianta assài difficilmente si arriverà a distinguerli dalle foglie, dai fiori e dai frutti che adòrnano l'altra.

449. Esiste adunque nella natura una forza modellatrice, una forza il di cui còmpito è quello d'imprìmere a ciascun corpo la forma che ad esso compete.

Se tràttasi di montagne questa forza lavorerà a rastremar le cime e a produrre i picchi, le aguglie, le creste: se si tratta d'una pianta essa lavorerà ad arrotondare il fusto, ad affilare i picciuoli, a laminare le foglie e ad intagliarne artisticamente i contorni: se si tratta di un animale lavorerà a conferire ad esso e a ciascuna delle sue parti la forma nota e prestabilita.

Ho citato fatti volgarissimi, a tutti conosciuti. La sola cosa a cui non si era finora pensato, cioè che una ùnica forza presieda allo svolgimento di tante forme diverse, e che questa sia la forza plutònica, si può oramài dimostrare per modo da esclùdere ogni dubbiezza.

Restringiàmoci per ora a considerare il caso degli animali e dei vegetàbili e domandiàmoci perchè mai mentre riconosciamo che in essi tutti, per quanto siano diversi di conformazione e di natura, le principali funzioni si esèrcitano dietro un ùnico piano e sotto l'influenza d'idèntiche forze, si debba invece crèdere che per assùmere la conformazione ad essi spettante dèbbano obbedire a tante forze speciali tra loro affatto diverse? La conformazione che i vegetàbili e gli animali acquìstano in virtù dello sviluppo non è un fenòmeno strettissimamente legato alla circolazione, alla nutrizione, alla respirazione? E mentre queste funzioni si adèmpiono in tutti, come è noto e come già si accennò, dietro un piano uniforme e per le medèsime càuse, dovrà invece quel particolare loro sviluppo che li conduce ad assùmere forme determinate non èssere in tutti dipendente da una càusa comune? Se un tal

fatto esistesse si presenterebbe allo spirito del naturalista sotto l'aspetto d'una stranissima anomalia e non si dovrebbe ammèttere se non che dopo che se ne fosse data una convincente dimostrazione. Al contrario fino ad ora lo si ammise alla cieca come una verità per sè stessa evidente e non si suppose nemmeno che vi fosse il bisogno di sottoporlo ad esame e discùterlo.

450. Tutti gli èsseri viventi, siano poi vegetàbili od animali, pel fatto del loro svilupparsi, manifèstano di èssere in preda ad una forza che debolmente si ma continuamente li preme su tutti i punti della loro superficie, dall'interno all'esterno. Dove può mai èssere la sede di questa forza? Io dico che non può èssere in alcuna località privilegiata da cui irradii ad agire su tutta l'estensione della superficie. Ciò è tanto vero che noi vediamo un ramo qualunque distaccato dall'àlbero continuare per qualche tempo a svilupparsi, vediamo aprirsi il bottone d'un fiore reciso dal gambo, maturare un frutto precocemente raccolto. Ciò dimostra ad evidenza che la forza espansiva in questione esiste sparsa in ciascuna parte della pianta e può lavorare indipendentemente da quella che siede nelle altre parti.

Ed ecco un altro fatto perentorio a favore dell'opinione che nell'interno dei corpi viventi non esista alcun centro d'irradiazione della forza espansiva, ma sibbene questa nasca da per tutto come da per tutto si esèrcita.

La forza espansiva promotrice dello sviluppo nei corpi organizzati è indefettìbile e debolìssima. Voglio dire che per esempio a far sbocciare un fiore dalla sua

gemma, bisogna che nell'interno si esèrciti senza posa una debolissima forza premente sovra tutti quanti i punti dell' inviluppo. Se la forza non agisse perennemente, lo svolgimento del fiore non succederebbe con legge di continuità, se la pressione non fosse debolissima quèi tèneri e gracilissimi inviluppi si spezzerèbbero invece di distèndersi come essi fanno senza subire alcuna soluzione di continuità. Ciò stabilito ci sarà fàcile il riconòscere che questa pressione conserva sempre pressochè inalterata la sua dèbole energìa per quanto vada crescendo ovvero diminuendo la quantità della superficie sulla quale è destinata ad operare. Dall'istante in cui nella stagione di primavera si ridèstano le forze vegetative a quello in cui verso il finire dell' estate queste hanno ottenuto il loro màssimo effetto, la superficie totale della pianta, in virtù dei nuovi germogli di cui si è arricchita, e dell'immenso nùmero delle foglie e dei fiori, si è straordinariamente aumentata. Affinchè la pressione rimanga tuttavìa la stessa da per tutto, ad onta di tante parti novellamente acquisite, bisogna che vada di mano in mano svolgèndosi una quantità sempre maggiore di forza espansiva, senza di che non potrebbe mantenersi costante il rapporto tra la quantità di questa forza e la quantità della superficie che con essa è premuta. Se la forza espansiva emanasse da un centro determinato bisognerebbe ammèttere che questo sapesse sempre esattamente proporzionare la sua irradiazione agli avvenuti aumenti della superficie. Ciò è difficile a crèdersi; ma siccome anche le cose più inverisìmili

qualche volta sono vere vogliamo insistere sui fatti che convàlidano la nostra tesi continuàndone la discussione sotto altro aspetto e da un altro punto di vista.

Abbiamo considerato il caso della superficie della pianta lentamente cresciuta pel suo regolare sviluppo: facciàmoci adesso a considerare il caso contrario cioè di una grande diminuzione della sua superficie procurata artificialmente e tutt'ad un tratto. Il sàlice per es. nella circostanza della potatura si priva di quasi tutti i suòi rami: della pianta oramài non resta là dritto in piedi che il tronco di cui la superficie non è che una piccola frazione della total superficie di prima. Pure la pianta continua nel suo lento sviluppo come se non fosse stata potata: nel processo non si scorge alcuna rilevante accelerazione, cosicchè si può ritenere che le poche parti residue della pianta sìano internamente premute colla stessa energìa di prima, e che il complesso della forza espansiva rimasta nella pianta mutilata abbia scemato esattamente nella stessa proporzione con cui scemò la superficie che deve èssere premuta. Questo fatto producèndosi repentinamente esclude la possibilità che la pianta per accomodarsi alle nuove condizioni mòderi convenientemente tutt'ad un tratto lo svolgimento della sua interna forza espansiva e sappia proporzionarlo esattamente a quel poco che ancora abbisogna. D'altronde si è già fatto osservare che coi rami recisi si porta via dalla pianta anche quella porzione di forza espansiva che era necessaria per farli sviluppare, epperò mi sembra che dal complesso dei fatti riferiti si possa trarre legittimamente

la deduzione che la forza espansiva non solo investa internamente tutte le parti della pianta e si sviluppi a norma del bisogno che queste parti ne hanno, ma in oltre si sviluppi in ogni punto, e il suo svolgimento tenga una dipendenza stretta e necessaria dalle parti stesse a cui deve servire. E ciò significa che la produzione della forza espansiva è una funzione generale della pianta, la quale non si esèrcita da un òrgano speciale ma si compie ugualmente in tutti i diversi suòi òrgani. È una funzione della natura stessa della nutrizione, della circolazione e della respirazione, le quali si còmpiono in ogni òrgano della pianta, sebbene nelle piante degli òrdini superiori e più manifestamente ancora negli animali ad organismo alquanto complesso, esìstano anche òrgani speciali più particolarmente a ciascuna di esse destinati.

Ciò stabilito procuriamo d'indagar più da vicino la provenienza di questa forza misteriosa che presiede all'ingrandimento dei corpi organizzati e imprime ad essi la forma.

La forza espansiva produce l'allargamento dei tessuti, la nutrizione provvede all'immediato riempimento dei vuoti che per l'aumento delle dimensioni dèvono necessariamente prodursi. E non solo ciò, ma è altresì fuori di dubbio che ad una vigorosa nutrizione corrisponde per sòlito un rigoglioso sviluppo. Vediamo pertanto queste due funzioni generali della nutrizione e della pressione interna esercitarsi sempre simultaneamente e con un miràbile accordo nelle proporzioni della

loro efficacia. È naturale da ciò il dedurre che queste due funzioni dèbbano èssere tra loro legate con un nodo tenace e indissolùbile, e non camminino sempre di pari passo se non che per la ragione che tutte le circostanze che influiscono sull'una dèbbano del pari e nel medèsimo modo influire sull'altra. Anche nei rami staccati dalla pianta lo sviluppo e la nutrizione dùrano concordemente per qualche tempo e cèssano concordemente nel medèsimo istante.

La nutrizione si òpera per mezzo di un lìquido circolante il quale cede ai tessuti con cui viene in contatto una porzione della propria sostanza che quelli incòrporano a sè stessi assimilàndola. Anche la respirazione si compie per l'intermezzo dello stesso lìquido nel quale da un lato èntrano a mescolarsi alcuni elementi dell'aria atmosfèrica e dall'altro lato èscono modificati in virtù del processo di nutrizione. Questi fatti confèrmano ciò che con facilità si sarebbe potuto dimostrare anche direttamente, cioè che le funzioni fondamentali degli èsseri organizzati non pòssono effettuarsi se non che per l'intermezzo del lìquido circolante, nel quale soltanto si tròvano riunite le condizioni della loro possibilità. Ora che si è riconosciuto èssere pure una funzione fondamentale dei corpi organizzati l'incessante produzione di una forza interna premente, dovremo del pari ammèttere anche per essa che le condizioni della possibilità del suo sviluppo dèbbano unicamente ricercarsi nel lìquido circolante, o in altri tèrmini che la forza premente di cui discorriamo, per un meccanismo ormài

non difficile a immaginarsi, non si può svòlgere se non che nel seno del detto liquido circolante. Ecco pertanto stabilito èssere il lìquido circolante nell'interno dei corpi organizzati la fonte della forza espansiva che in' essi continuamente e da per tutto lavora.

Così siamo venuti in conoscenza di una forza espansiva che continuamente si svolge nel seno del liquido circolante nell'interno dei corpi organizzati, lìquido che è nello stesso tempo il mezzo per cui si effèttuano la nutrizione e la respirazione.

451. Nell' atto della nutrizione abbiamo la conversione in materia sòlida di molècole che prima si movèvano lìbere in seno del liquido, e per l'atto nutritivo succede una modificazione delle arie disciolte nel lìquido circolante per cui riprèndono in parte il loro stato aeriforme, e si espàndono premendo e cèrcano di uscire come ne siamo avvertiti dagli atti espiratorj. Ora siamo in grado di formarci un concetto chiaro dell'orìgine di questa forza espansiva. Mentre una porzione del lìquido si consòlida per la nutrizione, una corrispondente quantità di materie aeriformi si svìncola dalle combinazioni col lìquido in cui prima si trovava e diventando lìbera si espande facendo dilatare il lìquido e producendo la interna pressione che promove lo svolgimento dell'èssere organizzato. Ma una forza espansiva che si svolge in seno ad un lìquido in conseguenza della consolidazione di una parte di questo è appunto quella che abbiamo definita sotto il nome di *forza plutònica*; epperò la conclusione a cui si giunge incontrastabilmente si è che la

forza plutònica non si lìmita ad operare in casi determinati alcuni fenòmeni geològici ma è una forza continuamente operosa e produttrice nel seno degli èsseri organizzati di moltèplici fenòmeni comunìssimi e conosciutìssimi.

452. I fenòmeni èrano conosciuti ma la forza che li produce non era stata mai debitamente esaminata; anzi si può dire che rimase pressochè occulta e inosservata sebbene nella consolidazione dell' argento, del rame e di alcune altre poche sostanze si fosse notata l'esistenza d'un fenòmeno singolarìssimo che avrebbe potuto mèttere i naturalisti sulla via per rinvenirla. Ma quel fenòmeno non fu mai interpretato debitamente e non si vide come quello svolgimento di materie aeriformi fosse necessariamente connesso alla consolidazione del lìquido; d'altronde non si sospettàrono nemmeno i rapporti che quel fenòmeno, che appariva isolato e quasi eccezionale, teneva con una serie numerosìssima di fenòmeni comunìssimi e, quasi dirèi, volgari.

Il fatto è che nella natura esiste una forza a cui fu confidato l'incàrico di plasmare tutti i corpi viventi. È la forza modellatrice per eccellenza, e come esèrciti mirabilmente la sua funzione ce lo attèstano a gara tutte le sue produzioni. Quanta infinita varietà di forme! qual moltiplicità di combinazioni, tutte ugualmente eleganti, tutte armòniche, tutte interpretanti in mille guise diverse l'ideale dell'òrdine e della bellezza! Questa forza è l'artista della natura, ed è tale artista che scolpisce meglio di Michelàngelo e disegna meglio di Raffaello, ai

quali ha fornito gli esemplari e fu la maestra. Questo sempiterno artista lavorava incessantemente sotto i nostri occhi, eppure la sua mano e il suo scalpello ci rimàsero sempre invisìbili ed occulti, e la sua stessa individualità, coperta di un fitto velo, non era stata nemmen sospettata. Ora sappiamo chi è: la mano e lo scalpello fùrono sorpresi mentre un dì lavoràvano allo scoperto: l'artista non potè più nascòndersi e mi fu possìbile il tratteggiarne i connotati.

435. L'artista aveva le sue buone ragioni per stàrsene appiattato; perocchè una volta conosciuto era anche soggiogato, doveva subire la nostra dominazione e prestarsi a lavorare ai nostri comandi. Io per verità me ne sono impadronito molto imperfettamente e riuscìi a farlo obbedire soltanto nel caso in cui lo incàrico di còmpiere un qualche lavoro geològico. Ora egli è nell'imporre la forma alla superficie del nostro pianeta ch'egli ha fatto le sue prove più grandiose, ma nel tempo stesso le più rozze e le più grossolane. Nè io mi attentài di mètterlo alla prova pe' suòi lavori più finiti e più perfetti. Però anche quel poco che potèi fare non è privo d'importanza, mentre aperse le porte allo studio della geologìa sperimentale e ci ha trasportato nel mezzo di un campo ricchìssimo che finora si era costantemente sottratto alle investigazioni degli scienziati.

Articolo IV.

La vita vegetale.

Differenze caratteristiche tra la vita vegetale e la vita minerale — Rapporti necessarj degli èsseri viventi col fenòmeno fondamentale del periodo tellùrico in corso — Possibilità della vita nelle condizioni còsmiche le più disparate — È egli possibile che sotto condizioni còsmiche affatto differenti si presèntino èsseri vivi ugualmente conformati? — Il principio stabilito per distinguere la vita vegetale dalla vita minerale non va soggetto a qualche eccezione? — Singolar modo di svilupparsi di alcune efflorescenze — Passaggio graduato tra la vita minerale e la vita vegetale — Efflorescenze dotate della facoltà di riprodursi — Evoluzioni della materia per organizzarsi e diventare vivente.

454. Il fondamento della vita vegetale ritròvasi nella vita minerale; voglio dire che non può esistere alcun vegetale nel cui seno non si esèrcitino tutte le funzioni della vita minerale. In ogni vegetale esiste un liquido plutònico in continuo movimento che pènetra in tutte le parti del vegetale e le nutre, ad esse assimilàndosi. Di più nei vegetali l'organismo si còmplica di un nuovo apparecchio che serve all'esercizio di nuove funzioni le quali sono quelle che dànno alla vita vegetale una impronta affatto caratterìstica. In virtù di queste funzioni si può dire che nei vegetali un'altra specie di vita è innestata e sovrapposta alla vita minerale, per cui essi sono depositarj di due vite e possessori di due ànime. In virtù della prima, a guisa dei minerali, dispòngono del plutonio che in essi circola per incorporàrselo e nutrirsi: in virtù della seconda provvèdono a reintegrare

di mano in mano il plutonio che va consumàndosi. Non solo i vegetali alimèntano sè stessi col plutonio che già possèggono ma sanno ben anche alimentare il loro plutonio appropriàndosi continuamente nuovi materiali per fabbricarne. Egli è perciò che si dice che nei vegetali esiste la nutrizione a due gradi. Vèdesi pertanto che se un vivente minerale si può paragonare a un orologio comune o ad un'ordinaria màcchina a vapore, che dùrano in movimento finchè nell'orologio non sia consumata la càrica e nella màcchina a vapore non sìano consumati il carbone o l'acqua; un vivente vegetale potrebbe invece èssere paragonato ad uno di quegli orologi costruiti dal Prof. Zamboni che traèvano la forza per muòversi dall'azione di una pila a secco la quale, come è noto, appropriàndosi l'umidità dell'ambiente e decomponèndola, riproduce per un tempo lunghissimo la forza necessaria a tenere in movimento l'orologio, od anche potrebbe èssere paragonato ad una di quelle màcchine a vapore che possèggono gli apparecchi necessarj per rifornirsi da sè medèsime del carbone consumato e dell'acqua mancante.

Vèdesi che queste màcchine e nella stessa guisa anche i vegetali non pòssono esercitare una parte delle loro funzioni in un modo indipendente da ciò che è fuori di loro, e dèvono per conseguenza avere dei rapporti particolari e necessarj cogli oggetti da cui sono circondati. La pila a secco funziona perchè nell'ambiente esiste sempre un po' di umidità colla quale essa si mette in rapporto, la màcchina a vapore di cui abbiamo

fatto menzione ha bisogno d'èssere messa in rapporto da una parte con un pozzo od un serbatojo d'acqua e dall'altra parte con un magazzeno di carbone.

I minerali sono èsseri solitarj che hanno tutta la loro vita rinchiusa dentro sè stessi e non tèngono alcun rapporto necessario con quanto è fuori di loro: invece coi vegetali comincia la vita di relazione: essi per esìstere hanno bisogno di trovarsi circondati da un ambiente determinato. Se l'atmosfera fosse interamente spogliata d'àcido carbònico forse nessuno dei vegetàbili attuali potrebbe sostener la sua vita, e per certo tutti perirèbbero se fosse interamente privata d'acqua.

455. I viventi dotati della nutrizione a due gradi, siano essi vegetali od animali, si tròvano organizzati per modo d'aver tutti una dipendenza stretta e necessaria col fenòmeno tellùrico caratterìstico del periodo attuale, che è la circolazione dell'acqua. Il plutonio di tutti questi èsseri è per la màssima parte costituito di acqua, e se essi pòssono così facilmente rifornìrsene egli è perchè alla superficie della terra vi è acqua da per tutto. Consideriamo che tutti questi èsseri senza eccezione hanno bisogno di bere e tutti bèvono acqua o liquidi che per la maggior parte sìano composti d'acqua. D'altronde la facilità con cui l'acqua passa in istato di vapore e la considerèvole quantità di acqua che in tale stato tròvasi sempre ospitata dall'aria atmòsferica sono condizioni indispensàbili all'esistenza di tutti questi viventi. Egli è anche per ciò che la vita di tutti questi èsseri non è più possibile tosto che la temperatura

dell'ambiente in cui si tròvano un po' troppo si discosti da quèi due limiti entro i quali l'acqua si mantiene allo stato di liquidità. Non dirò che questi èsseri siano pezzi di acqua consolidata, ma dirò che sono il frutto di un particolare lavoro dell'acqua.

456. Supponiamo che in un altro pianeta, per la diversità della temperatura, invece della circolazione dell'acqua, siasi stabilita la circolazione di un altro liquido qualunque, crederemo perciò che in quel pianeta non sia possìbile la vita? Tutti i vegetali e tutti gli animali di quel pianeta saranno fatti di una stoffa diversa dal legno o dalla carne di cui sono costituiti gli èsseri anàloghi sulla nostra terra. Il loro plutonio sarà fatto per la màssima parte del lìquido che là è circolante: essi non avranno sete di acqua ma bensì del lìquido ora accennato: il legno di quèi vegetàbili, la carne di quegli animali saranno il frutto del lavoro di questo lìquido che vi avrà apportato e ceduto tutti i materiali necessarj alla loro formazione. I lìmiti di temperatura entro i quali potranno vìvere gli èsseri di cui parliamo saranno poco discosti da quèi due pei quali il lìquido stesso cambia stato di fìsica costituzione. È soltanto dietro questa considerazione che si capisce come tutti i pianeti pòssano èssere popolati, sebbene le condizioni della temperatura in essi dominante sìano affatto differenti dalle nostre. Io non so con quali artifizj di rettòrica si potesse mai arrivare a far crèdere che esìstessero viventi formati dei nostri stessi materiali in pianeti dotati o di temperature ardentìssime od algentìssime,

mentre vediamo che sulla nostra terra medèsima laddove le temperature si scòstano troppo dalle ordinarie sia per soverchio freddo, sia per ecccessivo calore, langue o manca ogni specie di vita. Per quanto fosse assurdo il crèdere che la vita, tra l'immensità dei mondi dovesse èssere un privilegio esclusivo di questo nostro microscòpico globo, finchè il concetto che se ne avèa legàvasi nella nostra mente alla qualità dei materiali di cui è informata quì da noi, era forza il conclùdere che in ogni altro àngolo dell'universo essa fosse impossìbile. Emancipati da un sìmile pregiudizio scompàjono d'un sol tratto entrambi gli assurdi, mentre chè prima non si poteva discacciar l'uno senza che l'altro ci si mettesse fra i piedi ad ingombrarci la via.

Riteniamo pertanto che in tutti quanti quèi pianeti dove un qualche lìquido circola come fa l'acqua sulla superficie della terra, è possìbile e naturale che sianvi una flora ed una fàuna, di cui gli organismi, prodotti dall'òpera del lìquido circolante, dèvono èssere ordinati per modo da poter resìstere e prosperare precisamente alle temperature dominanti nel pianeta che sono quelle le quali òbbligano il detto lìquido a circolare.

Così in un pianeta freddìssimo vi saranno vegetali ed animali che trasportati sulla terra si squaglierèbbero a somiglianza di ciò che avverrebbe ai viventi terrestri se fòssero collocati in una fornace ardente; e invece in un pianeta ardentìssimo vi saranno vegetali ed animali di cui i nostri non potrèbbero subire il contatto senza soccòmbere accendèndosi o volatilizzàndosi.

457. Se mi si domandasse quali forme dovrèbbero presentare codesti straordinarj viventi, sarèi molto imbarazzato a rispòndere, imperocchè è possìbile ed è probàbile che tali forme sìano assài differenti da quelle che noi conosciamo, ma è del pari possìbile che fra le molte alcune se ne presèntino affatto somiglianti anzi idèntiche a quelle dei nostri viventi.

Non è egli vero che molti orologi pòssono èssere costituiti esattamente nel medèsimo modo e tutti segnare il tempo con ugual precisione sebbene in uno le ruote sìano d'acciajo, mentre in un altro sìano di ottone, in un terzo di bronzo e così di sèguito? E due màcchine a vapore che fòssero costruite esattamente nel medèsimo modo, e funzionàssero ugualmente, non si potrèbbero sostituir l'una all'altra e ritenersi come màcchine di natura idèntica sebbene l'una fosse fatta di ghisa e l'altra di ferro battuto?

Ebbene nel modo stesso a me è accaduto di potere ottenere montagne presentanti esattamente le medèsime forme e la stessa disposizione sebbene suscitate con plutonj affatto diversi, e mi è accaduto di potere ottenere la stessa idèntica serie di fenòmeni vulcànici quantunque fòssero affatto diverse fra loro le materie vulcàniche che adoperava per ottenerli.

Questi sono esempj di minerali viventi idèntici, quantunque costituiti di materiali diversi.

Non v'è ragione alcuna per rifiutarsi a crèdere che il medèsimo caso non possa presentarsi anche pei viventi vegetali od animali; ed io per es. non vorrèi

garantire che in un altro pianeta non si trovasse un gelso che producesse una foglia succulenta, divorata da un insetto di forme affatto sìmili al nostro baco, che filasse il suo bòzzolo, e che anche vi fosse un bìpede somigliantìssimo all'uomo, che sapesse dipanare quel bòzzolo e poi servirsi del filo per tèssere ùtili stoffe. In questo caso si avrebbe la ripetizione delle medèsime commedie di quaggiù, con attori e meccanismi appena di tanto modificati quanto fosse necessario per farli armonizzare col diverso ambiente da cui si trovàssero circondati.

458. Abbiamo visto come gli organismi vegetali dèvono èssere più complicati degli organismi minerali, mentre, oltre ai congegni necessarj per nutrirsi assimilàndosi il plutonio che in essi cìrcola, dèvono possedere anche i congegni destinati ad appropriarsi dall'esterno i materiali necessarj alla continua fabbricazione di nuovo plutonio. Ora è bene che ci facciamo ad esaminare se una tal complicazione dell' organismo ci presti sempre e in ogni caso un caràttere sufficiente per distinguere la vita vegetale dalla minerale.

Nei ghiacciài per es. che non gòdono per certo della vita vegetale, il plutonio acquoso che li alimenta vien continuamente rifornito dalle nevi cadenti dal cielo, cosicchè sèmbrano destinati a vìvere perennemente.

Io non penso che questo fatto infirmi seriamente la distinzione da noi posta più sopra tra i viventi minerali ed i vegetali; imperocchè i ghiacciài non possèggono alcun apparecchio destinato ad attrarre dal cielo i materiali nevosi che dèvono servire all'alimentazione

del loro plutonio; e se le nevi càdono in copia sulla sommità del ghiacciajo, il fanno in conseguenza della temperatura fredda di quelle alte località, e in conseguenza della disposizione particolare delle cime di quelle montagne, non già per un'azione esercitata sopra di esse da qualche òrgano del ghiacciajo esistente. Il plutonio del ghiacciajo è adunque continuamente alimentato per la neve che spontaneamente vi affluisce non già per un atto ch' esso esèrciti onde obbligarla ad affluire, e il prolungamento di vita che da ciò gli deriva è una fortuna tutta gratùita alla quale esso si presta passivamente senza adoperarsi in modo alcuno per meritarla. Fa come una ruota da mulino che continua a girare finchè dura la corrente dell' acqua che le dà il moto.

459. Rimossa l' obbiezione che si poteva trarre dai ghiacciài contro la distinzione da me proposta fra viventi minerali e vegetali, io stesso, per amore della verità, sono costretto a produrne alcune altre di molto maggior rilievo, le quali ci condurranno a spostare alquanto i confini tra le due vite. Queste obbiezioni ci vèngono presentate dal modo singolarissimo di comportarsi di alcune efflorescenze che nàcquero e crèbbero sulle pietre ottenute dalla consolidazione de' mièi plutonj. Alcuni di questi pezzi di pietra, lasciati in luoghi poco ventilati e poco illuminati, qualche mese dopo la loro formazione si tròvano ricoperti da rigogliose efflorescenze che hanno tutta l'apparenza di èssersi formate per mezzo di un vero processo di vegetazione. Secondo la natura delle pietre assùmono forme diverse: alcune hanno

l'aspetto di funghi: sòrgono ritte sopra un gambo cilindrico e cavo dell'altezza di 12 a 15 millìmetri, del diàmetro di uno a due millìmetri, e ricoperti da un cappello dello spessore di uno a due millìmetri, e del diàmetro di circa mezzo centìmetro. Altre crèscono sopra un gambo esilissimo di un diàmetro sempre inferiore al millìmetro, ma raggiùngono l'altezza considerèvole di più che 30 millìmetri, e màndano molti rami. Sebbene alcune di quest'ùltime còntino già un anno e mezzo di età non pare che àbbiano per anco raggiunto il loro màssimo sviluppo e mi aspetto di vederle fra qualche mese cresciute ad un'altezza maggiore e incoronate da un maggior nùmero di rami.

Per le prime a forma di fungo, avendo grossezza maggiore e crescendo più rapidamente, mi fu possìbile il seguirle nel loro sviluppo e mètterne in chiaro il processo che sostanzialmente deve èssere lo stesso anche per le altre a forma d'arbusto; ed ecco che cosa succede. Sopra un determinato punto della pietra vèdesi comparire una gocciolina d'acqua, manifestamente prodotta dalla condensazione di vapori atmosfèrici: quella gocciolina attràe dal suolo sottoposto certe materie che in essa si sciòlgono, e quando la soluzione è sàtura, per l'evaporazione dell'acqua, la superficie della gòcciola si cambia in una pellicola di materia sòlida che superiormente sùbito si rompe, e tosto una nuova gocciolina d'acqua è chiamata dal seno dell'atmosfera a congiùngersi alla prima, la quale circondata lateralmente dalla pellicola sòlida tròvasi come rinchiusa in un

cannello, e questo rappresenta il primo tratto del gambo cavo che va formàndosi. La seconda gòcciola fa come la prima: si riveste anch'essa di una pellìcola di materia sòlida, la quale sovrapponèndosi tutt' all' ingiro a quella già formata fa aumentare l' altezza del gambo che a questo modo va sviluppàndosi. Una terza gòcciola succede alla seconda, una quarta alla terza e così di sèguito, e il gambo, acquistando un po' nello spessore, ma rimanendo sempre pieno d'acqua e quindi cavo, va sempre più allungàndosi, e ciò finchè l' acqua sia pel maggior spessore acquistato dal gambo, sia per la maggior quantità della soluzione sàtura contenuta dentro lo stesso, non sia chiamata a' discèndere in gòcciole più abbondanti, le quali pel peso si schiàcciano e si distèndono sporgendo tutt' all' ingiro fuori dal contorno del gambo; allora la pellìcola sòlida si forma stabilmente anche nel mèzzo, e si abbozza il cappello del fungo: la nuova acqua aderisce specialmente tutt'all' ingiro della parte già formata del cappello e così lo fa dilatare aggiungèndovi un nuovo anello di materia sòlida. Finalmente cessa l' acqua di venire attratta, quella ch' era rinchiusa nel gambo evapora scomparendo attraverso alle porosità dello stesso, ogni movimento si spegne e l'efflorescenza è passata attraverso a tutte le fasi della sua formazione e ne ha compiuto l'intero ciclo.

460. Il singolar fenòmeno mi riempì di stupore, perchè vidi in questi individui sorti dal regno minerale, perfettamente abbozzata la nutrizione a due gradi: vidi il plutonio continuamente rigenerato per un commercio

che regolarmente si esercitava tra l'èssere che andava sviluppàndosi e gli elementi dell'aria atmosfèrica da cui era circondato. Aveva sotto gli occhi un èssere costituito di materie minerali che si sviluppava a guisa dei vegetàbili, e che pareva tenesse il mezzo fra il mondo minerale e il mondo dei vegetali.

Il processo era talmente sìmile alla vegetazione che dovetti riconòscere d'avere errato credendo che quella efflorescenza dovesse necessariamente appartenere al regno minerale. Infatti se in questi èsseri esiste la nutrizione a due gradi, è chiaro ch'essi sèrvono a stabilire un passaggio graduato e regolare tra i viventi minerali e i vegetali; ma siccome tra gli èsseri finiti le transizioni senza salti sono impossìbili, così un caràttere che possa valere a distìnguerli si deve sempre trovare; nè io penso che, pel fatto mentovato, l'efficacia del caràttere da noi prescelto soffrir possa alcun detrimento. Per altro a sostenere un tal modo di distinzione non ci appagheremo di dire che nei vegetali la nutrizione a due gradi esiste in tutti e in un modo necessario, mentre nei minerali non esiste che in pochìssimi e in un modo affatto eccezionale. Sarebbe un cattivo espediente che non servirebbe a giustificare una distinzione che in qualche caso non varrebbe a distìnguere. A me pare più lògico e più naturale il conclùdere che la vegetazione comincia più in giù di quel che prima si credeva, e che un èssere dotato della nutrizione a due gradi, quantunque fosse costituito da elementi cristallini e non cellulari, pure deve èssere classificato fra i vegetali.

461. Secondo me ogni qual volta appare la nutrizione a due gradi, l'èssere che la possiede deve considerarsi come un vegetale, e per contrario non potrà dichiararsi vegetale un èssere nel quale non si esèrciti la nutrizione a due gradi; il che ammesso bisognerà abbandonare il pregiudizio che un vegetale debba funzionar sempre come un vegetale in tutti quanti gli stadj della sua vita. Abbiam già visto come i semi, quantunque provenienti da vegetali, non si pòssono dir vivi, finchè in essi non cominciano a ridestarsi i movimenti vitali. Nel seme non vi è nutrizione col plutonio già in esso accumulato, e non vi è rigenerazione di plutonio; per cui si può dire che da esso sono assenti entrambe le ànime del vegetale. Ora è noto che vi sono alcuni casi nei quali il vegetale cresce e si sviluppa interamente a spese della materia già in esso raccolta, senza ch' ei si adòperi a rifarne di nuova: in tal caso il vegetale lavora esattamente come un minerale, e non gode che della vita minerale, figurando come sopita od assente l'ànima superiore, quella che solleva la sua vita al grado di vita vegetale. Pertanto quèi corpi che noi sogliamo chiamar vegetali potranno trovarsi in tre stati diversi; o possedendo la pienezza della loro vita vegetale, o riducèndosi a possedere soltanto la vita minerale, o perdendo anche questa e non ritenendo che la vitalità. Non si potrà però dare il caso ch' essi possèdano soltanto la vita superiore e non l'inferiore, perchè la vita minerale è il fondamento d'ogni specie di vita, e senza di essa, ogni altra vita è impossibile.

462. L'efflorescenza a gambo ramificato non presèntasi mai solitaria, ma forma invece cespugli che còprono sempre considerèvoli estensioni di superficie. Una gentile e coltissima Signora che stava pensosa e concentrata a contemplare questa vegetazione minerale, saputo ch'io non le aveva ancora imposto alcun nome, mi propose di chiamarla *minerbina*, appellazione che includendo il concetto di *erba minerale* non potrebbe èssere più appropriata e val quanto una definizione (*).

Sono due le ragioni per le quali le minerbine si incòntrano sempre associate in nùmero considerèvole. L'una è, come facilmente poteva indovinarsi, che quelle stesse influenze atmosfèriche le quali la fanno nàscere in un punto, la fanno pur nàscere anche nei punti circostanti, e l'altra che non si sarebbe certo indovinata da chi non ne fosse stato testimonio, si è che alcune particelle le quali si stàccano da una di esse e càdono al suolo, continuano a svilupparsi, cosicchè mèttono radice e prodùcono altre efflorescenze sìmili a quella da cui provènnero. Succede come negli ordinarj vegetàbili da cui, una gemma, o il seme maturo staccàndosi, mette radice nel terreno e produce un altro vegetàbile sìmile a quello da cui si staccò. Vèdesi pertanto come questa misteriosa facoltà posseduta dai vegetàbili di riprodursi per gemme o per semi, deve èssere così strettamente legata alla facoltà di rigenerare il proprio plutonio che tosto dove quest' ùltima si presenta vi si trova

(*) La Signora Maria Raiberti nata Ménard.

immancabilmente riunita anche la prima. Ed era da prevedersi che una facoltà la quale non manca mai in nessun vegetàbile per quanto grandi siano le differenze della loro organizzazione, doveva èssere una specie di necessità dell'organismo vegetale, apparire strettamente legata al fatto medesimo per cui la vita sollèvasi al grado di vita vegetale, ed èssere una conseguenza inseparàbile e semplicìssima dello stesso.

Considerando pertanto come le *minerbine* àbbiano comune coi vegetàbili non solo la nutrizione a due gradi, ma ben anche la facoltà di riprodursi, ci confermeremo maggiormente nell'opinione che siano da ascriversi tra i veri vegetali, sebbene non vi sia moltiplicazione di cèllule, nè si esèrcitino tra il lìquido circolante e le arie assorbite quelle azioni chìmiche complicate le quali si còmpiono in tutti quanti gli èsseri ch' èrano fino ad ora come vegetali generalmente riconosciuti.

463. Da quanto si è detto risulta chiaro come avvenga che la materia bruta plutonizzàndosi diventi vitale, come questa consolidàndosi acquisti la vita minerale, e come il vivente minerale, allorchè per prolungare la vita sa far provvista di plutonio, e possiede la facoltà di riprodursi, sale al grado di vivente vegetale. Si è pertanto riconosciuto come la materia per mezzo di evoluzioni nè misteriose, nè complicate arrivi ad organizzarsi, acquistando prima la vita minerale e poi la vita vegetale. Resta ora a prèndere ad esame in che consista la vita animale, e quali siano le condizioni della sua apparizione e del suo mantenimento.

Articolo V.

La vita animale.

Facoltà esclusiva e caratteristica degli animali — Màcchina dotata d'un simulacro di libertà — Che cosa le manca ad èsser libera davvero — Origine tuttora misteriosa delle forze intellettive — Anche il velo di questo mistero potrà èssere rimosso — Perchè non potè èssere rimosso fino al presente — Studio comparativo dei cervelli — Rapporti fra l'intelligenza e la libertà — Animali mancanti di sistema nervoso — Rapporti fra le tre diverse vite e tra le forze che ne fòrmano l'ànima.

464. Nella vita animale si tròvano nuove complicazioni: essa ha per fondamento la vita vegetale, ma agli apparecchi di questa fùrono aggiunti nuovi apparecchi, per lo chè nella vita animale si vèdono esercitarsi alcune funzioni di cui non vi era traccia nella vita vegetale, ed è appunto la comparsa di questi nuovi apparecchi e di queste nuove funzioni ciò che dà alla vita animale la sua impronta particolare, ciò per cui si arriva a caratterizzarla ed a distìnguerla dalla vita vegetale. Una funzione di cui non vi è traccia nei vegetàbili e che invece deve esistere, benchè in grado diverso, in tutti gli animali, e che forma il loro caràttere distintivo, è quella che si chiama la spontaneità delle azioni. L'esistenza di questa facoltà negli animali richiede che in essi esista un particolare apparecchio destinato appunto al suo esercizio.

Mentre si è tanto combattuto e ancora si combatte per risòlvere la questione se esista la libertà delle azioni

negli animali degli òrdini superiori, e mentre una tal facoltà si è messa seriamente in dubbio anche per l'uomo, parrà forse una stravaganza ch' io ammetta, come un principio indiscutibile, la libertà delle azioni, in tutti quanti gli èsseri del regno animale senza eccezione; pure credo che quelli che vorranno considerar la questione dal punto di vista sotto il quale la presenterò, adotteranno senza difficoltà la mia opinione e non mi vorranno muòvere obbiezioni. Voglio dire che tutti gli animali senza eccezione sono organizzati per modo che a determinati eccitamenti esterni, quantunque in essi apparentemente non vi sia nulla di mutato, non si tròvano sempre costretti a rispòndere nell' idèntica guisa; epperò quando un animale eccitato sempre al medèsimo modo, si vede rispòndere ora in una maniera, ora in un altra, bisogna dire ch'esso non è schiavo affatto del mondo esterno, ma che ha in sè stesso un principio di attività in virtù del quale ora obbedisce all'eccitamento, ora vi si ribella, e le cose che fa non sono una conseguenza diretta e necessaria delle attività esteriori, ma bensì una risultante di quelle attività con un'attività che da esso medèsimo emana e che generalmente prevale.

Intesa la libertà in questo modo si comprende che non è impossìbile immaginare una màcchina che per poco anch'essa non ne sia dotata; e quando noi conosceremo come arriva la natura a verificar questo supposto miràcolo negli animali ci maraviglieremo della estrema semplicità colla quale si potrà riprodurlo. Credo che a concèdermi ch' esista negli animali una sìmile

specie di libertà non si mostreranno restii nemmeno coloro che sono i più ostinati a negare il libero arbitrio perfin nell'uomo; in propòsito della quale questione rimando i mièi lettori a quanto ho scritto nel mio libro *Sull'Orìgine delle Montagne*, all'Artìcolo V *della fisiologìa plutònica*, dove, dopo aver passato in rassegna tutte le limitazioni a cui la libertà umana va soggetta, fui portato a conclùdere che non sarebbe lògico il negarne l'esistenza.

465. Immaginiamo che molte màcchine a vapore destinate ad uffici diversi sìano associate fra loro per modo d'aver tutte in comune il fornello e il bollitore. Il vapore appena formato si condensa in un tubo dal quale per le opportune ramificazioni può entrare a mèttere in movimento e in azione piuttosto l'una màcchina che l'altra. Perciò nel tubo è adattato un robinetto foggiato per modo che a seconda della sua posizione è piuttosto l'una che l'altra la màcchina dove il vapore potrà penetrare e che si metterà in movimento. V'è una màcchina che stampa un giornale, un'altra che cava l'acqua da un pozzo, una terza che lavora a tèssere stoffe, una quarta che òbbliga l'acqua a rapprèndersi in ghiaccio ed altre incaricate di altri uffici.

Il fuoco àrde, il vapore è formato, ma tutte le màcchine sono in quiete, perchè è chiuso il robinetto, ed è impedita la comunicazione tra il vapore ed una qualunque delle stesse. Faccio descrìvere al robinetto un dècimo di giro, e tosto si mette in azione la màcchina stampatrice; gli faccio descrìvere un altro dècimo di

giro, e vedo invece animarsi quella che attinge l'acqua dal pozzo; con un terzo movimento del robinetto, vedo mèttersi in moto i telài e così di sèguito.

Con ciò vediamo che questa màcchina complicata, capace di tante azioni diverse, è interamente a nostro servigio, e noi sappiamo e possiamo con facilità comandarle di fare un'òpera piuttosto che l'altra. Una màcchina così congegnata è affatto schiava degli impulsi che le provèngono dall'esterno, e non dà segno di possedere traccia alcuna di spontaneità o di libertà d'azione.

Ora supponiamo invece che quel robinetto regolatore non offra alcun appiglio ad èssere posto in movimento dall'esterno; ma che invece esista nell'interno stesso della màcchina un particolar congegno mediante il quale esso possa èssere posto in movimento colla più gran facilità. Finalmente si supponga che questo congegno sia posto sotto la dipendenza d'una forza interna la quale a guisa del plutonismo lavori automaticamente senza bisogno di ricèvere dall'esterno impulso alcuno. Allora secondo il modo di lavorare della detta forza e secondo la natura dei movimenti ch'essa imprimerà al congegno dominatore del robinetto, si vedrà ora mèttersi in moto da sè medèsima una parte della màcchina ed ora l'altra e queste alternare i loro movimenti secondo tempi particolari e diversi.

Sarà questa una màcchina curiosa che si vedrà lavorare a sbalzi ora in un modo, ora in un altro, senza che si possa rèndere ragione dei cambiamenti, nè prevederli. Potremo noi conclùderne che la màcchina

lavora capricciosamente a suo piacimento con spontaneità e con libertà? Giudicando dalle sèmplici apparenze potremmo quasi èssere indotti a rispòndere di sì; ma non è difficile il mèttere in chiaro che una tal risposta sarebbe contraria alla verità.

Qui non vi sarebbe maggiore spontaneità di quanta ve n'ha nel cammino che fanno le sfere di un orologio, o nella ràpida corsa di una locomotiva. In questi casi a nessuno nasce il dubbio che il lavoro eseguito dalle dette due màcchine non sia un lavoro obbligato, cioè prodotto da un'impreteribile necessità. La unicità e la regolarità del lavoro lascia scòrgere immediatamente il rapporto necessario ch'esso tiene colla forza cieca che lo produce. Lo stesso succede pel lavoro d'una pianta che va sviluppàndosi obbedendo alle conosciute leggi della vegetazione. Il dubbio non può cominciare a nàscere se non che quando i lavori sono moltèplici e di ìndole diversa, e si succèdono obbedendo a leggi così complicate che non si possa determinare il nesso mediante il quale son fra loro vincolati, nè sia possìbile il prevedere ciò che succederà.

Nei lavori vulcànici vediamo già questa specie di apparente disòrdine. Ora il vulcano è in calma perfetta, ora in uno stato di formidàbile conflagrazione, ora si accontenta di esalar qualche sbuffo di fumo, ora manda fuori torrenti di lave infuocate, qualche volta scaglia infiniti projèttili contro il cielo, altre volte ingombra tutto l'orizzonte con nùvole di cènere e con vapori di acqua. E tutti questi fatti e molti altri non accennati,

succèdono impreveduti, e bene spesso con lunghi e variàbili intervalli di riposo fra l'uno e l'altro.

Potrebbe mai èssere che il vulcano si determinasse spontaneamente ad un atto piuttosto che all'altro della sua drammàtica vita? Avverrebbe di lui come di un animale feroce che ora è tranquillo e mansueto, ora freme e sbuffa e incùte terrore? Ai naturalisti non venne mai questo dubbio, perchè a preservàrsene interamente ammisero senz'altro che i diversi atti della vita del vulcano, fòssero sempre promossi da càuse esteriori, e che la sua attività si ridestasse soltanto o quando torrenti d'acqua innondàssero i suòi abissi roventi, o quando dall'interno della terra salisse il flusso calorifico a fòndere le rocce e a mèttere in movimento la materia.

Ora che si sa che il vulcano trova dentro se stesso tutte le forze che lo pòngono in azione, il dubbio non è possìbile, perchè la natura di queste forze fu messa in chiaro, e di tutte le grandi irregolarità degli atti del vulcano si può rèndere la più completa ragione.

Dunque anche nel vulcano, quantunque ne' suòi diportamenti non abbia alcuna regolarità e spesso ci sorprenda con atti impreveduti, prodotti da forze pròprie, aventi la loro sede dentro di lui, si può ritenere per certo che non esiste alcuna spontaneità, nè traccia alcuna di libertà d'azione. E il vulcano sarebbe sìmile alla màcchina costruita nel modo che si è di sopra dichiarato.

Ora se il congegno interno dominatore del robinetto sentisse l'influenza di tutte le azioni interne della

màcchina e di tutte quelle che sopra di lui fòssero dirette dall' esterno, succederebbe una tal complicazione di cose da disorientare qualunque càlcolo e rèndere assolutamente vana ogni previsione, mentre operando sempre sul congegno in un medèsimo modo determinato, ritrovàndosi esso sempre in disposizioni differenti, le risposte della màcchina al nostro invito sarèbbero sempre l' una dall' altra diverse e sempre inaspettate. Eppure anche ad onta di ciò non si potrebbe ritenere che nella màcchina esistesse nemmeno il principio della facoltà di muòversi liberamente. E ciò s'intende dietro queste due considerazioni: 1.° Ogni qual volta il congegno si trovasse nell'idèntica disposizione, operando sullo stesso nel medèsimo modo si obbligherebbe la màcchina a dar sempre l'idèntica risposta. 2.° Se noi avèssimo in ogni istante una cognizione perfetta della disposizione del congegno, potremmo sullo stesso variare opportunamente i nostri impulsi per modo da ottenere con sicurezza dalla màcchina l'effetto da noi prestabilito. Dunque in realtà noi potremmo padroneggiare interamente la màcchina sol che potèssimo avere una piena conoscenza degli stati successivi attraverso ai quali passa il suo congegno auto-motore. Noi in questo caso saremmo i padroni della màcchina ed essa sarebbe la nostra schiava.

466. Ed ora finalmente, se una di queste forze che potrèbbero padroneggiar la màcchina dall'esterno fosse stabilita dentro di lei, e fosse l' ànima stessa del congegno auto-motore, cosicchè questa forza, strettamente unita al congegno, sentisse ad ogni istante le diverse

disposizioni del congegno stesso e ne avesse piena conoscenza, diventerebbe essa manifestamente la vera padrona della màcchina e potrebbe obbligarla a muòversi a suo talento. Ciò che mancava alla màcchina per diventar libera era ch'essa fosse la sede di una forza intelligente e senziente, era infine ch'essa diventasse un organismo animale.

In questo caso la màcchina obbediente ad un principio attivo che è dentro di lei, non è più obbligata ad obbedire servilmente agli impulsi che le vèngono dall'esterno, epperò la màcchina così emancipata possede la prerogativa della spontaneità, e la facoltà conosciuta sotto il nome di libertà d'azione.

467. Perchè la màcchina si elevi alla dignità di màcchina libera si è riconosciuto che in essa deve esìstere una forza che senta e che comprenda. Che tali forze pòssano esistere non lo metteremo certamente in dubbio noi, dentro di cui principalmente hanno posta la loro residenza. Come si fòrmino è tuttora un mistero: quando il mistero sarà svelato sparirà tutto ciò che in esso ha l'apparenza di portentoso, e ci maraviglieremo d'aver durata tanta fatica a rendércene ragione.

468. Come la materia possa organizzarsi per modo d'acquistare la prerogativa dell'intelligenza è ancora un mistero coperto da tènebre fitte: cioè, non si è per anco trovato alcuno di quèi legami che dèvono per certo vincolare questo singolare fenòmeno ad un grandìssimo nùmero di fenòmeni conosciuti. D'altronde una tal nostra ignoranza è fàcile a spiegarsi, nè deve recarci

sorpresa e tanto meno indurci nella stolta opinione che gli accennati legami non dèbbano esistere, e che il fenòmeno dell'intelligenza esca dal confine di quelli che pòssono èssere scrutati, analizzati e posti in chiaro. Finora ne sappiamo pressochè nulla perchè non l'abbiamo ancora seriamente studiato; però ne sappiamo abbastanza per poter affermare con sicurezza ch'esso non è un fenòmeno intrinsecamente diverso dai fenòmeni conosciuti e che si sottragga alle leggi alle quali tutti questi si tròvano assoggettati. Valga a persuadèrcene dapprima il fatto che noi conosciamo positivamente qual'è l'istromento entro di cui questa funzione si esèrcita, mentre tutti sono concordi nell'ammèttere ch'esso sia collocato nel sistema nervoso, e più particolarmente nei centri ove la materia nervosa tròvasi agglomerata, come è per es. il cervello negli animali degli òrdini superiori. Sappiamo inoltre che l'intelligenza a somiglianza di tutti gli altri fenòmeni non ha nulla di assoluto, ma invece si dimostra presente ed attiva in circostanze disparatissime e colle gradazioni le più diverse, talmentecchè se in alcuni casi splende di luce sfolgoreggiante, in altri casi somiglia a fosforescenza dubbiosa che tramanda un bagliore appena riconoscìbile.

469. Non si può pretèndere di conòscere la natura dell'intelligenza finchè non si sia acquistata una qualche cognizione precisa circa l'istromento per mezzo del quale essa si esèrcita. E noi dobbiamo confessare che del sistema nervoso e specialmente del cervello dove l'intelligenza risiede assài poco sappiamo. Non voglio

dire che il cervello non si sia studiato e che gli anatomisti non ne conòscano le più minute particolarità; ma sostengo che non lo si è mai studiato seriamente sotto il punto di vista di mèttere in chiaro la connessione che senza alcun dubbio deve esìstere tra la varia conformazione delle sue parti e le variate manifestazioni delle diverse facoltà intellettuali. Gall ed i frenòlogi s'èrano messi arditamente su questa via, e sèppero fare un'anàlisi accurata, sottile e profonda delle diverse facoltà intellettuali dell'uomo e dei rapporti che tèngono fra loro; ma quando tentàrono di segnalare i rapporti che lègano le dette facoltà alla forma dell'istromento in cui si esercìtano, trovàrono rotta la via e mancanti tutti i mezzi necessarj a procèdere più avanti nell'ideato cammino, nè gli sforzi che fècero per toccare la meta inaccessìbile potèvano èssere coronati da un vero successo.

470. S'èrano cimentati a decifrare i misteri d'uno strumento di cui non potèvano ad ogni istante, come pure sarebbe stato necessario, aver sott'occhio numerosìssimi esemplari per paragonarli fra loro, interrogarli senza pòsa, costrìngerli a parlare. A facilitare l'arduo studio non sarebbe stato di troppo l'avere a propria disposizione parecchie centinaja di cervelli appartenenti a persone dotate nelle loro facoltà intellettuali di qualche particolarità non comune e bene constatata. Se Gall avesse potuto valersi di un così prezioso soccorso è certo che non sarebbe trasceso a quelle esagerazioni che molto danneggiàrono il regolare progresso della scienza ch'esso

creò; è certo ch' ei si sarebbe accorto di non poter localizzare nel cervello, così recisamente come fece, la sede delle diverse facoltà, nè si sarebbe ostinato a sostenere che dalla forma del cranio fosse possìbile il riconòscere tutte le varie particolarità delle forme del cervello. Che cosa si direbbe di chi palpando il guscio di una noce pretendesse di poter conòscere le sinuosità del gheriglio che in quello si asconde? Ebbene le circonvoluzioni del cervello sono assài più numerose, più variate, più avviluppate che non le dette sinuosità, e il cranio è senz'altro più rotondo e più liscio del guscio della noce. È inoltre da considerare che tutta una faccia del cervello, quella che ne forma la base, certamente importantìssima perchè da essa pàrtono numerosìssimi nervi, giace tanto occulta che non è possìbile averne alcuna cognizione nemmeno per l'intermezzo del cranio. Pertanto l'ardore col quale si dièdero i frenòlogi a far collezioni di centinaja di cranj a poco giovò: sarebbe stato ben altro il frutto se avèssero potuto raccògliere, conservare e comparare fra loro molte centinaja di cervelli. Questo è il primo passo a farsi per chi voglia seriamente tentare di ròmpere l' inviolato suggello che finora sottrasse il fenòmeno dell'intelligenza alle umane investigazioni. Le collezioni di cervelli saranno la pietra fondamentale del grande edifizio, saranno l'àura fecondatrice di tutti gli studj diretti al nòbile scopo. Nè io vorrèi insìstere sopra di ciò per suscitare nell' ànimo degli studiosi il vano desiderio di aspirare ad una meta inattendìbile. Se raccomando le collezioni di cervelli egli

è perchè sono in grado di additare un mètodo sèmplice, econòmico e perfettamente appropriato a poterle ottenere. Ed anzi considerando il grande impulso a progredire che ne riceveranno le scienze ho posto in questo ritrovato un amore affatto speciale, e n' ebbi maggior compiacenza che di tutti gli altri coi quali m'incontrài nel mio lavoro ormài quasi trentenne sulla conservazione delle sostanze animali.

471. Intanto abbiam visto come la libertà sia compagna dell'intelligenza, e quindi debba èssere tanto più grande quanto più questa è elevata. Noi pertanto che siamo gli èsseri più intelligenti di tutti dobbiamo anche èssere quelli che possèggono una maggior larghezza di libertà: abbiamo per conseguenza anche più enèrgica la forza di volontà. Egli è perciò che noi siamo riusciti fino ad un certo segno a rènderci soggetti gli altri animali, dominàndone la volontà; mentre abbiamo saputo mantenerci da tutti gli altri animali in una completa indipendenza.

Intanto è da ritenersi che da per tutto ove è un raggio d' intelligenza esiste una qualche traccia di volontà, quindi le azioni volontarie o spontanee, quindi un po' di libertà. E queste sono appunto le doti che distìnguono l' animale dal vegetàbile, per cui si riterrà che la vita minerale è caratterizzata dal plutonismo del lìquido nutritivo, la vita vegetale dalla facoltà di rinovellare il plutonio, e la vita animale dalla apparizione degli atti volontarj, i quali implicano l'esistenza d'una forza senziente e intelligente.

472. L'apparecchio che serve all'esercizio di queste funzioni caratteristiche dell'animalità è conosciuto sotto il nome di sistema nervoso. Si còllocano per altro nel regno animale alcuni èsseri nei quali finora non si è potuto scoprire traccia alcuna di sistema nervoso. Se per questi si ritiene che la realtà non sia diversa dall'apparenza e che in essi effettivamente il sistema nervoso faccia difetto, o bisognerà ammèttere che l'intelligenza vi sia stata organizzata dietro un piano diverso, o ammettendo che in essi manchi ogni lume d'intelligenza, quindi ogni traccia di volontà o di libertà di azione, che sono i caràtteri dell'animalità, saremmo costretti a negare a questi èsseri il tìtolo di animali e a relegarli senz'altro nel regno vegetale.

473. La vita animale è sempre innestata sulla vita vegetale come questa è sempre innestata sulla vita minerale. Vi sono pertanto tre vite di natura diversa, delle quali l'una è più elevata dell'altra ed hanno bisogno per funzionare di macchinismi sempre più complicati. In un vivente del regno animale, oltre tutti gli apparecchi proprj ed esclusivi di questa specie di vita, vi sono tutti gli apparecchi appartenenti alla vita vegetale e quindi anche tutti gli apparecchi appartenenti alla vita minerale. Questi tre diversi apparecchi sono posti in movimento da forze particolari di natura, a quel che sembra, affatto tra loro diversa. Queste forze sono le ànime di questi apparecchi; epperò il vivente minerale non ha che un'ànima la quale è riposta nella forza plutònica, da me studiata e posta in azione; invece il

vivente vegetale deve possedere due ànime di cui l'una è il plutonismo del suo lìquido nutritivo, e l'altra non è ancora conosciuta: infine l'animale, oltre alle ànime della vita minerale e vegetale deve possederne una terza, tutta sua propria, di cui la natura è pure fino ad ora coperta dal più fitto mistero. Tosto che si conobbe la natura dell'ànima minerale, fu possìbile il far nàscere a nostro piacimento una numerosa serie di viventi minerali; quando si conoscerà la natura delle altre due ànime sarà del pari possìbile il far nàscere a nostro piacimento una serie senza confronto più numerosa di viventi vegetali od animali.

Di queste tre vite, come si è visto, la seconda è collocata sopra un grado più alto della prima e la terza sopra un grado più alto della seconda; però non accade, come parrebbe che dovesse èssere, che la seconda incominci là dove tèrmina la prima dopo d'aver raggiunto il suo maggiore sviluppo; nè che incominci la terza dove tèrmina la seconda dopo avere anch'essa raggiunto il suo maggiore sviluppo, ma invece si tòccano tutt'e tre laddove ciascuna comincia appena a manifestarsi dotata de' suòi caràtteri particolari. Pare che sbòccino tutt'e tre da un tronco comune e vàdano poi svòlgendosi sopra tre rami diversi, i quali di mano in mano che si svilùppano vanno sempre maggiormente l'uno dall'altro dilungàndosi. Il tronco comune è il regno della materia bruta, la quale pare che possa tutt'ad un tratto organizzarsi sotto le tre forme diverse della vita minerale, vegetale od animale.

Due grandi scoperte rèstano ancora a farsi che risguàrdano la natura dell' ànima vegetale e dell' ànima animale. Tosto che si saprà in che consiste l'ànima vegetale sarà possìbile il chiamare alla vita, senza bisogno di semi, tutta la numerosa famiglia degli èsseri vegetali; e quando si conoscerà in che consiste l'ànima animale sarà possìbile il far nàscere direttamente tutta quanta l'immensa e svariata schiera degli èsseri animali. Anzi, per la strettezza dei vìncoli che annòdano fra loro le tre vite, è a presùmersi che anche prima d'aver messo in chiaro la natura dell'ànima animale, quando avremo piena cognizione dell'ànima vegetale, in mezzo ai molti vegetali che allora si produrranno, si vedranno inaspettatamente nàscere anche alcuni animali, e riprodursi il caso che mi si presentò nella nàscita delle minerbine le quali hanno tutte le prerogative dei vegetali, sebbene a farle nàscere si abbia avuto cura soltanto di mèttere in azione il processo della vita minerale.

Articolo VI.

Il regno umano.

Che cosa intèndesi per regno umano — V'è qualche differenza essenziale tra le facoltà intellettuali dell'uomo e quelle degli altri animali? — Fatti che sono in contraddizione coll'esistenza del regno umano — Contegno eteròclito dei fautori del regno umano — I rapporti dell'uomo cogli animali guardati da due punti di vista diversi — Come i naturalisti propugnando il regno umano disèrtino la propria bandiera — Il regno umano proclamato nel sècolo decimonono è un anacronismo scientìfico.

474. La proclamazione del regno umano è un fatto scientìfico recente che non conta ancora trent' anni di vita. Molti insigni naturalisti si propòsero concordemente la meta di cancellar l'uomo dal regno animale per confinarlo in un regno particolare da lui unicamente costituito. Essi confèssano che la struttura fisica dell' uomo protesta contro il loro assunto, e ammèttono che non vi è un òrgano, non una forma, nemmeno il più insignificante ossicino che appartenga esclusivamente a quest' èssere privilegiato; dichiàrano che le differenze dèvono valutarsi a misura spirituale, il che è quanto dire a peso d'imponderàbili. D'altronde se si vuol esclùdere l' uomo dal nòvero degli animali non è già per defraudarlo dell'ànima, ma per non confòndere lui che è un èssere ragionèvole coi vili animali privi della ragione. Ma con ciò si ammèttono cose che hanno bisogno d'èssere provate e che sarà sempre impossìbile il provare, se pure non si voglia far troppa violenza alla verità.

475. E prima di tutto bisognerà esaminare seriamente se l'uomo sia davvero tanto ragionèvole quanto comunemente si crede. E noi osiamo dichiarar francamente di no, senza il mìnimo timore che la nostra asserzione, per quanto sia poco lusinghiera al nostro amor proprio, possa venire validamente impugnata. Quanti sono gli uòmini a cui è concessa la facoltà di ragionar bene? Il cretino, lo scimunito, il demente non ragiònano: fra questi e quelli che ragiònano v'è una immensa caterva di altri uòmini che pàrlano e pretèndono di ragionare, ma che appunto coi loro pretesi ragionamenti forniscono le prove di non èssere ragionèvoli. Infine quelli che per l'intelligenza stanno al sommo della scala ragiònano qualche volta, ma il più sovente sragiònano anch' essi. I ragionamenti istituiti dai più riputati filòsofi antichi fùrono per la maggior parte riconosciuti erronei dai più riputati filòsofi moderni. Nell' uomo esìstono i rudimenti della ragione, ma questi per svòlgersi hanno bisogno di venire accuratamente e artificiosamente coltivati e i frutti che prodùcono, maturati in serra calda, sono piuttosto una gloriosa eccezione che non la règola generale.

Ora dobbiamo considerare se sia proprio vero che negli animali non esista alcun rudimento della ragione. È noto a tutti il sillogismo del cane che inseguendo il padrone perduto di vista, giunto ad un bivio, e fiutata invano una delle strade, non perde il tempo a fiutar la seconda, ma vi si lancia di corsa, ben sicuro di non gittare i suòi passi. La verità si è che i ragionamenti

sèmplici vèngono eseguiti abbastanza bene anche dagli animali e che i ragionamenti complessi vèngono sbagliati abbastanza frequentemente anche da noi; e poichè fra gli uòmini più stùpidi e gli animali più svegliati la differenza nelle attitùdini a ragionare non è a vantaggio dei primi, ne consèguita che la nostra incontèstabile superiorità ci vien conferita dal maggiore sviluppo di una facoltà che abbiamo in comune cogli animali e non già dal possesso di una facoltà che sia stata data a noi esclusivamente e ad essi negata.

Con ciò resta atterrato l'ùnico fondamento sul quale èrasi edificato il regno umano: del resto a dimostrare l'assurdità del regno umano avrèbbero potuto bastare le considerazioni seguenti.

476. Per crèdere all'esistenza di un quarto regno bisognerebbe che questo avesse rispetto agli altri tre, rapporti anàloghi a quelli che i tre già riconosciuti mòstrano di avere l'uno rispetto all'altro. Ora i regni minerale, vegetale ed animale hanno la culla in comune e prèndono le mosse dal medèsimo punto, divergendo tra loro tanto più quanto più se ne allontànano. Perciò mentre tante rassomiglianze lègano fra loro le efflorescenze colle muffe e i funghi coi zoofiti, sono enormemente diversi gli èsseri dei tre regni quando si confròntano le specie superiori, e per verità sarebbe difficile il dire in che si rassomìglino per es. una montagna, un làrice ed un cavallo.

Ammesso pertanto che l'uomo formi un quarto regno, essendo esso l'ùnico rappresentante di tutte

quante le specie del regno stesso, dovrebbe, paragonato al regno animale, per una sua parte accostarsi moltissimo agli animali delle specie inferiori e per l'altra sua parte dimostrarsi enormemente diverso dagli animali delle specie superiori: quindi per entrambe le ragioni l' uomo dovrebbe avere assài maggiori somiglianze coi zoofiti che non col cane, coll'elefante o colle scimmie, il che è contrario al vero in un modo troppo manifesto perchè sia possibile il disputarne.

477. Vinti dall' autorità degli inventori, molti naturalisti di second'òrdine accettàrono di confidenza l'opinione dei loro maestri, dièdero òpera a divulgarla e si dimostràrono insofferenti di qualunque opposizione.

Questi fautori del regno umano fanno spesso ragionamenti più da teòlogi che da naturalisti: continuano tuttora a chiamar frutti di esclusiva e speciale intelligenza quegli atti che nell' uomo dipèndono dalla memoria, dalla fantasìa o dall' intelletto, mentre gli atti medèsimi negli altri animali burbanzosamente qualificano come frutti di un cieco istinto. Fàbbricano storia naturale ad uso di sacrestìa ed accùsano noi di aver la manìa delle parentele bestiali! E noi non respingiamo l'accusa, perchè l'affetto che ci lega a tutto ciò che ha spìrito di vita crediamo un sentimento nobilissimo, di cui l'aperta confessione non possa che onorarci.

478. Gli uòmini pòsero sempre una cura particolare ad ingrandire se medèsimi fuor d' ogni misura, e siccome le idèe di grandezza e piccolezza tràggono ogni loro significato dai confronti e dai rapporti, così gli

uòmini s'industriàrono sempre d'ingigantire il valore di quèi caràtteri pei quali essi si vèdono collocati più in alto di tutti gli èsseri che li circòndano e così tentàrono di classificare i varj òspiti del nostro globo non per gradazioni, ma per salti (sebbene ammettèssero in màssima la rinomata catena degli èsseri!) e dove trovàvano qualche separazione fùrono pronti a piantare una barriera o ad aprire un abisso. In somma per aggiùngere importanza a sè stessi si compiàcquero di respìngere gli altri èsseri quanto più in basso potèrono, ed in mezzo alla degradazione e all'avvilimento di tutti gli altri viventi s'immaginàrono che meglio dovesse rifùlgere la propria nobiltà. È questo un sentimento di stolta vanità, funesto retaggio di èpoche d'ignoranza e di superstizioni, sentimento che collocando l'uomo fuori del suo posto naturale lo fa nel medèsimo tempo stromento di molti mali e vìttima di molti dolori. La vera grandezza dell'uomo è riposta nel conformarsi ai dettami della ragione, la quale lo consiglia per la sua maggior felicità ad accettare senza rammàrico il posto che nell'òrdine della natura gli venne assegnato e di vòlgere a proprio profitto i molti insegnamenti che da tal cognizione gli vèngono offerti.

Ogni nuovo rapporto che arriviamo a stabilire fra noi e gli èsseri che ne circòndano ci porge una lezione, distrugge un pregiudizio, e può èssere considerato come una nuova sorgente di bene. Invece di lavorare per un vanitoso e stèrile orgoglio ad isolarci dal mondo, cerchiamo con amore tutti i vìncoli che ad esso ci lègano,

stringiàmoci sempre più agli altri viventi, allarghiamo il campo delle nostre affezioni, e da questi moltèplici contatti sentiremo l'ànimo nostro rinvigorirsi, l'esistenza nostra ritemprata nel mare delle altre esistenze indirizzarsi a più pràtiche mete e aver più giovèvoli aspirazioni, smetteremo il mal vezzo di pretèndere cose impossìbili e di rammaricarci continuamente perchè non le vediamo effettuarsi. La vecchia leggenda della nostra parentela colla creta deve èssere presa un po' più sul serio, e ciò non deve èssere soltanto un richiamo alla umiltà, ma ben anche un titolo di compiacenza pel riconoscimento di buoni amici che abbiamo ingiustamente fino al presente respinti e disprezzati.

Noi crediamo che l'uomo sia quello che è, e non guadagni nulla nè coll' affibbiarsi prerogative immaginarie, nè col negare agli altri èsseri le prerogative che realmente possèdono. Di più noi crediamo di guadagnare in dignità e di allargare il campo delle compiacenze morali quanto più troviamo che sia eccelsa e degna di riguardo la condizione degli èsseri che ci fanno corona, e come non isdegniamo di ammirare la fedeltà del cane, la sobrietà del camello e lo spìrito d'indipendenza del gatto, così vorremmo che ogni animale avesse la sua virtù da insegnarci e che lo studio della storia naturale oltre ad èssere un ornamento dell' intelletto, riuscisse ben anche profittèvole all'educazione del cuore.

Del resto quando noi vediamo il cane ricordarsi ciò che gli s'insegna, noi diciamo ch' esso dà prove di memoria, quando lo vediamo in sogno guaire od

abbajare animàndosi, noi diciamo che in lui lavora la fantasìa, quando consideriamo gli artifizj ch' ei sa trovare per sorprèndere l'animale a cui dà la caccia noi ammiriamo il suo ingegno e non crediamo che tutto ciò si possa qualificare col nome d'istinto a meno che non dìcasi istinto anche la càusa maravigliosa di tutti gli atti intellettuali dell'uomo.

Pei diritti imprescrittìbili della nostra superiore intelligenza noi occuperemo sempre nel regno animale un posto affatto privilegiato ed è ridìcolo l'adombrarsi di ciò che torna ad onore dei bruti quasi che temèssimo d'èssere soverchiati. I bruti vòlgonsi alla terra, noi tendiamo col pensiero a sciògliere il volo negli immensi spazj dell'universo: essi sono il corpo del regno animale, noi siamo le ali; ma come le ali senza il corpo non potrèbbero volare, così il nostro pensiero sarebbe ucciso se gli fòssero tolti tutti i punti d'appoggio che il regno animale gli presta. L'istituzione del regno umano può paragonarsi all'atto di chi per rèndere più leggiere le ali dell'àquila e farle volare più in alto le recidesse dal corpo greve ed inerte ch'esse sono destinate a sollevare.

479. I naturalisti dèvono cercar rapporti che sempre più confèrmino e suggèllino la potente unità dell'universo e non tentare di scindere questa unità, negando rapporti evidenti e già riconosciuti, o innalzando barriere immaginarie a separare i membri di un medèsimo corpo. I naturalisti per la qualità istessa dei loro studj hanno l'indeclinàbile missione di promòvere costantemente il progresso sociale. Essi nel meccanismo degli umani

ordinamenti rappresèntano molle che spìngono e non freni che trattèngono. Le une e gli altri, ugualmente necessarj, non dèvono guardarsi biecamente, ma, rispettàndosi, attèndere all'opera opposta con uguale alacrità. È mancare alla propria missione il transìgere, lo scèndere ad accordi, il disertare nel campo avversario. E che cosa fècero i naturalisti coll'invenzione del regno umano? Essi senza avvedèrsene passàrono nel campo dei più fanàtici reazionarj e fornìrono a questi armi validissime a propugnare vieti ed odiosi pregiudizj. Costoro ravvisàrono ben tosto nel regno umano un sòlido uncino per distaccar l'uomo dalla terra ed appènderlo al cielo. Consumata una volta la separazione dell'uomo dalla terra, egli dève sdegnoso ritòrcere di quaggiù i suòi sguardi, e rivòlgerli pieni di vanitosa superbia verso la volta celeste. Quaggiù egli non ha più nulla da imparare, dall'alto dèvono scèndergli i precetti e gli esempj per ben governarsi. Gli stupendi ordinamenti messi in pràtica nel loro sociale reggimento da molte famiglie di animali, dèvono riuscirgli spettàcoli di oziosa curiosità, vuoti di ogni ùtile insegnamento. Ammesso il regno umano, l'uomo tròvasi consegnato interamente nelle mani di Dio, espressione simbòlica che, tradotta in lingua volgare, signìfica che l'uomo è consegnato senza difesa in potere del sacerdote e del birro, signìfica che come un tempo si è fabbricato un paradiso a immàgine delle vecchie società asiàtiche coi troni e le dominazioni, colle potestà e le gerarchie, così adesso si dovrebbe ricostituire la società umana a similitùdine del

vecchio paradiso, perpetuando le caste e i privilegi, ed allargando maggiormente quell'abisso d'immoralità che così spietatamente separa i pochi gaudenti dalle moltitùdini desolate.

480. Messo in chiaro il veleno che si nasconde sotto la pretesa scoperta del regno umano, abbiamo il diritto, anzi il dovere di rinnegarla, e crediamo di fare òpera buona inculcando ai giòvani naturalisti di resistere su questo propòsito all'autorità dei loro maestri. A questo modo sarà salvata la dignità della scienza che davvero avrebbe potuto soffrire se un così bizzarro concepimento avesse messo radici, e la rigida critica non lo avesse francamente rilegato tra gli anacronismi scientifici del sècolo decimonono.

Articolo VII.

Le ànime degli èsseri vivi.

Che cosa sono le ànime separate dai corpi a cui appartenèvano — Intermittenze nell'esercizio della vita — Richiamo in vita degli asfissiati.

481. Sebbene non si conosca ancora l'indole dell'ànima propria dei vegetali e di quella esclusiva degli animali, pure si sa che queste ànime sono le forze motrici di quèi particolari congegni che dapprima riàlzano la vita al grado di vita vegetale e poi la sollèvano ancor più, fino al grado di vita animale.

Dietro una così semplice cognizione molte cose di importanza si pòssono già asserire con tutta sicurezza circa il loro modo di comportarsi.

La forza che diede il moto ad una màcchina qualunque, considerata in sè stessa, fuori della màcchina, può mai conservare qualche memoría, qualche traccia, qualche segno riconoscìbile del lavoro operato? La risposta non può èssere dubbiosa.

Consideriamo qualche caso speciale; per es. quello delle màcchine a vapore. Ciò che dà il moto a queste màcchine è la pressione esercitata dal vapore che si espande in virtù della temperatura a cui fu portato: dunque l'ànima delle stesse è il vapore che trae la sua forza dal calore che lo gènera. Ora se il vapore formàtosi nell'interno della màcchina, invece di lasciarlo circolare ad animare la màcchina, lo si fa uscire, esso

o si trasformerà in acqua, o salirà verso l'alto dell'atmosfera a congiùngersi a quello che forma le nubi. Ebbene io domando, questo vapore sarà in qualche cosa diverso da ogni altro vapore? porterà con sè qualche segno da cui si possa riconòscere che esso era destinato ad èssere l'ànima di una determinata màcchina speciale? E se lo stesso uscirà dalla màcchina dopo aver già lavorato a mètterla in movimento porterà con sè qualche segno da cui si possa riconòscere il lavoro a cui ha servito? E quello che ha servito a mèttere in moto la màcchina volgare destinata a cavar l'acqua dal pozzo è forse diverso da quell'altro che diede vita alla dotta màcchina stampatrice delle bibbie poliglotte? Vèdesi chiaro come indifferentemente il vapore che ha fatto dapprima il primo ùmile ufficio non sarebbe impari alle esigenze del secondo ufficio più nòbile. Per lo che non può mèttersi in dubbio che l'individualità della màcchina è interamente costituita dal modo particolàre con cui la màcchina è congegnata e niente affatto da qualche specialità dell'ànima che la pone in movimento, mentre questa è la stessa per tutte.

L'ànima di tutti i viventi minerali è il plutonismo del loro liquido nutritivo; o per dir meglio è la materia aerea che la forza plutònica svolge dal seno del liquido, la quale produce il moto di questo e tutti quanti i fenòmeni di vita che i corpi stessi presèntano. Queste materie aeree èscono senza interruzione dai crateri vulcànici e dalle lave fumanti; ebbene queste materie che si ridùcono a vapore d'acqua, gas idrògeno carbonato,

àcido solfidrico, àcido cloridrico, àcido carbònico e qualche altro, dopo èssere stati la càusa di spaventèvoli conflagrazioni, se si raccòlgono, non v'è alcun mezzo di distinguerli dalle arie di ugual nome che tèngono la loro residenza, tranquille ed innocue, nei laboratorj dei chìmici. Le ànime pertanto, sia che si considèrino figuratamente come quelle forze che mèttono in movimento le màcchine artificiali, sia che si considèrino effettivamente come quelle che dànno la vita agli èsseri minerali, non sono altro che forze cieche, sempre uguali a se stesse e capaci di produrre gli effetti più svariati a norma della qualità della màcchina o del corpo vivente a cui sono applicate. E tutte le diversità degli atti che si prodùcono così nelle màcchine artificiali come nei corpi vivi, dipèndono unicamente dal diverso modo con cui le màcchine sono congegnate, o dalla diversità degli organismi dei corpi viventi. E questo principio che vale per le forze e per le ànime di cui conosciamo la natura deve del pari valere anche per le ànime dei vegetali e degli animali, sebbene la loro natura non sia per anco stata messa allo scoperto. Io non dùbito che non sìano forze dell'idèntica natura così quelle che fanno comparir ferocissima la tigre, come quelle che ci fan comparire così mansueti gli agnelli. Tutta la differenza sta in ciò che l'organismo della tigre è differente da quello dell'agnello e che quindi la stessa forza secondo che mette in moto piuttosto l'uno che l'altro fa ch'essi prodùcano effetti totalmente diversi. E di ciò basta, chè le conseguenze ciascuno può cavarle da sè.

482. Ammessi gli esposti principj riesce chiaro come non vi sia necessità che la vita si esèrciti sempre senza interruzione nell' interno dei corpi viventi. Spegnete il fuoco nel fornello della màcchina a vapore e questa cessa da ogni suo movimento, ma tornerà a riprènderli ogni qual volta il fuoco si torni ad accèndere, e ciò finchè i congegni della màcchina non si siano, in qualche loro parte essenziale, guastati. Perchè ciò che vale per la màcchina a vapore non dovrà valere per tutti i corpi viventi? La difficoltà di veder spesso ripètersi un simil fatto nell'interno dei corpi viventi è principalmente da ricercarsi nella poca stabilità dei congegni che ne costituiscono l'organismo, e nella circostanza che dove è istituita la nutrizione a due gradi l'organismo è continuamente riparato o rinnovato e quindi mantenuto in buon èssere dall' esercizio stesso della vita, cosicchè quando questa manca esso si lògora prestissimo. Accade per questi viventi ciò che avvien nella tròttola la quale finchè gira velocemente stà ritta in piedi; ma tosto che il moto langue essa comincia a barcollare e poi cade al suolo riversa. La vita tiene uniti e fa prosperare gli òrgani in cui si esèrcita, tosto che quella cessa questi ne sòffrono e si corròmpono. Però questa corruzione non s'impadronisce del corpo istantaneamente: occorre sempre un qualche tempo, diverso pei diversi viventi e per qualcuno abbastanza considerèvole. Ora è naturale che i casi di ripresa della vita dopo qualche tempo d' interruzione dèbbano èssere assài più frequenti fra gli ùltimi che non tra i primi, e ciò è quanto succede.

A tutti è noto il fatto presentato dal piccolo rotìfero il quale esposto al sole secca interamente e il suo corpicello può durare lunghissimo tempo in questo stato senza guastarsi. È chiaro che la vita non può esercitarsi entro un pezzettino di materia interamente sòlida, e il rotìfero si può ben dire che è morto, e morto senza alcuna restrizione. Per altro tosto ch' ei viene inumidito, il plutonio torna a mèttersi in movimento, e il rotìfero risùscita spiegando tutto il complesso delle energie vitali di cui è suscettìbile. Altra conosciutìssima e lunga interruzione della vita ci vien presentata dalle piante durante il loro torpore jemale: altre del pari conosciute ci vèngono presentate dalle ova degli animali e dai semi delle piante, ed alcune, sebbene per perìodi di tempo tanto più brevi quanto più è pronto ad operare il processo di corruzione, ci pòssono venir presentate dagli èsseri viventi di tutte le classi. E qui aggiungerò, come io creda che mèritino d' èssere diligentemente studiate le due questioni seguenti: 1.° Se in un animale profondamente addormentato non si debba crèdere interamente sospesa la vita animale: 2.° Se in un animale ibernante in istato di letargo non si debba crèdere sospesa oltre la vita animale anche la vita vegetale. Il che se fosse, bisognerebbe conchiùdere che la vita animale sulla superficie della terra non ha potuto organizzarsi se non che in un modo affatto intermittente, ond' è che la vita animale dovrebbe considerarsi come il complesso di varj frammenti legati insieme unicamente per l' intermezzo della memoria.

Anche negli uòmini si presèntano alcuni casi nei quali vi è tutta l'apparenza che la vita sia spenta interamente, ed anzi poichè nessunissimo segno ne rivela l'esistenza, bisogna erèdere che sia effettivamente cessata. Però se ciò avvenne pel ristagno del lìquido circolante, finchè la corruzione non ha cominciato a guastar l'organismo e che tutti i congegni consèrvano la loro integrità, è possìbile col riattivare il movimento del plutonio, il veder la vita riprèndere il suo corso, e il morto risuscitare. Questi casi si verìficano specialmente nei morti per asfissia o per annegamento.

483. Nei morti per annegamento si riuscì qualche volta a rimèttere in corso la circolazione del sangue, e quindi a richiamare la vita, col sèmplice mezzo dell'insufflazione dell'aria nei polmoni, al quale scopo si fa uso del soffietto di Hunter, così denominato dal suo inventore. Finchè il sangue ch'èrasi ristagnato nei polmoni, sentendo il contatto dell'aria, conserva la proprietà d'imbevèrsene e di revivificarsi coll'ossigenazione del carbonio e la sua conseguente eliminazione, non ha perduto la sua vitalità; e per conseguenza in esso può di nuovo ridestarsi il plutonismo assopito, e per altra conseguenza repristinarsi tutte le funzioni della vita. Infatti essendo ancora tutta sana la màcchina, basta che il sangue si ponga di nuovo in essa a circolare e la vita non può mancare di ricomparire. Però adoperando questo mezzo si ottiene l'intento tanto di rado che vi sono moltìssime città situate in riva di laghi o di fiumi, e dove le morti per sommersione succèdono

frequentemente, le quali non han creduto che vi fosse il prezzo dell'òpera di provvedere un soffietto di Hunter, e in molte città, dove lo si possiede, assài di rado si adòpera, perchè l'effetto non si ottien quasi mai. La ragione di questi frequentìssimi insuccessi è fàcile ad afferrarsi. Per ridestare il plutonismo nel sangue col sèmplice contatto dell'aria, bisognerebbe che il sangue dopo che ristagnò nei vasi non avesse subita alcuna notàbile alterazione, e affinchè poi pel plutonismo ridestato nel sangue dei polmoni, questo potesse comunicare il movimento a tutta la massa sanguigna bisognerebbe che il sangue riempisse ancora tutta la capacità dei vasi e li rendesse tùrgidi come in stato di vita; condizioni che nei casi di annegamento màncano quasi sempre ambidùe.

Il sangue appena raffreddàtosi perde la sua omogeneità, e così alterato deve pèrdere quasi interamente la facoltà di ridivenire plutònico: inoltre tosto che il sangue ristagna, i vasi che prima lo contenèvano a stento, avvizzìscono e sèmbrano pressochè vuoti: pare che infatti una parte del sangue esca dai grandi vasi, insinuàndosi nei capillari e nei parenchimi; ma è certo che anche subisce una straordinaria diminuzione di volume per la cessazione del plutonismo.

Io ho pensato tante volte che se si vuol davvero restituir la vita agli asfissiati prevalèndosi di tutto quel tempo che resta disponìbile finchè la corruzione non incominci a guastare irreparabilmente l'organismo, bisognerebbe poter mèttere riparo ai due inconvenienti di sopra ricordati. E il solo mezzo di riparare ad essi

è la trasfusione nell'asfissiato di nuovo sangue caldo e vitale. Bisogna associare il fatto della trasfusione all'uso del soffietto Hunteriano; ma la trasfusione va fatta colle dèbite cautele, affinchè il sangue ristoratore entri nell'individuo che si vuol rianimare, affatto inalterato e senza èssere stato esposto nemmeno per un istante al contatto dell'aria. Io credo, ma non ne sono ben certo, che sarà meglio introdurre sangue venoso per una vena che non sangue arterioso per un'arteria od una vena. Per altro a tògliere tutte le incertezze converrà studiar bene il problema cól mezzo di moltiplicati esperimenti eseguiti sopra conigli od altri animali. Sono esperjmenti che pel gran bene che da essi può derivare, ho vivamente desiderato da molti e molti anni di potere eseguire, ma visto che mi mancàrono sempre i mezzi necessarj, ad onta della istintiva ripugnanza che provo a mètter fuori idèe di cui la bontà non è comprovata dai fatti, mi parve che in materia dove è in giuoco la vita di molti individui, il soverchio tacere, sia pure per una giusta diffidenza di sè stessi, possa èssere ascritto a colpa; ed è perciò che quì ne tengo parola, invitando gli studiosi che si tròvano in migliori circostanze di me, a volere per amore della scienza e dell' umanità, intraprèndere e recar a fine gli accennati esperimenti, ponendo nell' eseguirli una speciale attenzione ad ovviare al gravissimo inconveniente che qualche bolla d' aria entri nel circolo e sia sospinta infino al cuore.

SEZIONE II.

CAPO SECONDO

ORÌGINE PRIMA DEI CORPI VIVENTI

Articolo I.

Proemio.

Difficoltà del problema — Cenno stòrico — Argomenti da svòlgersi — L'ipòtesi della *trasformazione delle specie* è meno sèmplice di quella della *generazione spontanea*.

484. Èccomi ad affrontare il formidàbile problema dell' orìgine dei corpi vivi, èccomi al limitare » della » selva selvaggia ed aspra e forte », colla certezza che moltìssimi diranno di me, per èsservi voluto entrare, » che la diritta via avèa smarrita ». Ma dicasi ciò che si vuole io non mi arresterò nel mio cammino, e se inoltràtomi nella selva scura non potrò far tanto sgombro che la piena luce vi pènetri, cercherò almeno di sradicar qualche sterpo onde sia un po' men difficile la via per coloro che vi entràssero dopo.

485. Fra le vicende alle quali andò soggetto questo problema è a notarsi che un tempo lo si credeva più

chiaro che non al presente. Gli antichi consideràvano la vita come un altro fenòmeno qualunque, e in ciò non credo che alcun naturalista possa da essi dissentire; e credèvano che la vita sorgesse naturalmente ogni qual volta si presentàssero le circostanze opportune per la sua manifestazione. Per essi l'ùnica incògnita da determinarsi era appunto riposta nella qualità delle accennate circostanze: del resto non ponèvano nemmeno in dubbio la possibilità anzi la necessità della generazione spontanea. Pertanto se il problema non era interamente risolto era almeno posto in un modo chiaro e determinato e non trovàvasi avvolto di maggiore oscurità di quella che allora dominava sulla màssima parte dei fenòmeni naturali. Ma una tal situazione fu ben presto turbata perchè dapprima i teòlogi combattèrono la generazione spontanea in nome della creazione, poi la combattèrono moltissimi naturalisti senza dichiarare in nome di che, lasciando sospettare che fòssero anch'essi paladini del miràcolo sebbene si vergognàssero di confessarlo. Finalmente in questi ùltimi tempi i naturalisti prodùssero una nuova opinione, quella del graduato perfezionamento degli èsseri viventi col loro successivo passaggio dalle specie inferiori alle specie più perfette. Questa opinione emessa da quel valente e dottissimo naturalista che è Carlo Darwin allo scopo principalmente di scalzare la fede nella generazione spontanea ha trovato moltìssimi e assài preclari seguaci, e per maggiore singolarità fu vigorosamente combattuta da varj irreconciliàbili nemici della generazione spontanea

e invece applaudita ed adottata da molti de' suòi fautori. Così la confusione delle lingue si è fatta completa e ormài su questo terreno non è più possibile distinguere gli amici dagli avversarj. Io che non ho mai potuto capire come vi sìano naturalisti che avvèrsino la generazione spontanea, non ho mai nemmeno potuto capire come essi prèstino così fàcile fede a questo miràcolo permanente della trasformazione delle specie, il quale secondo i Darwiniani lavorò ne' tempi scorsi per milioni di sècoli e continua tuttavìa a lavorare sotto i nostri occhi senza che sia rimasta alcuna traccia del suo lavoro antico, senza che si possa discèrnere alcuna traccia del suo lavoro attuale. È vero che il Darwin è un naturalista dotato di così vasto sapere che davanti a lui bisogna inchinarsi, e questa è forse la ragione principale del nùmero grande di prosèliti ch' ei seppe fare; ma leggendo la sua òpera intitolata: *Dell' orìgine delle specie*, si ammira insieme alla molta dottrina anche la molta moderazione dell'autore, cosicchè non vi traspar mai la pretensione che la sua tesi possa èssere tanto luminosamente dimostrata da forzar gli altri ad averla per vera, e lo si vede invece soddisfatto quando può arrivare a diminuir l' effetto di qualcuna di quelle gravi obbiezioni che prima si credèvano bastèvoli a farla comparire come assurda. Vediamo pertanto il Darwin accontentarsi di poco, e i Darwiniani spìngere le cose agli ùltimi estremi. Ho constatato per esempio che della provenienza dell' uomo dalle scimmie, la quale tra i Darwiniani passa per un

articolo di fede, in tutto il libro di Darwin non è fatta nè una parola, nè un'allusione. Concludendo ad onore di Darwin dirò ch'egli pecca di Darwinismo meno di tutti gli altri.

486. La teorìa della trasformazione delle specie, adottata da molti insigni naturalisti, ebbe anche molti valenti oppositori, e ne fùrono pubblicate alcune confutazioni così complete e così stringenti da tògliere ogni necessità di ritornar di nuovo sull'argomento. Ve n'ha una di Quatrefages nella *Rivista dei due mondi* del 1869 che non lascia nulla a desiderare e che in fatto di crìtica scientìfica può servir di modello. Così quella che ne fa lo Stoppani dal punto di vista geològico nel suo libro varie volte citato, avente per tìtolo: *Note ad un corso di geologìa*, chiude l'àdito ad ogni risposta. Pertanto io rèputo superfluo e fuor di luogo l'estèndermi a dettare una nuova confutazione categòrica della teorìa Darwiniana; ma non voglio lasciar sfuggire l'occasione di discùtere il valore intrìnseco di alcuni dei principj che vedo posti a fondamento di detta teorìa, e che sono accettati anche indipendentemente dalla stessa quasi universalmente, quantunque mi sembri che abbastanza bene non consuònino coi più riconosciuti dettami della filosofia naturale. Sotto il qual rapporto molte cose avrò a dire circa la giusta interpretazione di quel principio che venne introdotto recentemente nella scienza e che porta il nome di *lotta per la vita:* prenderò a considerare la *selezione naturale*, l'ordine esistente nell'universo e gli apparenti disòrdini, quindi le origini

del male e dei dolori, e infine dopo aver messo in chiaro la necessaria semplicità di tutte le òpere della natura, affronterò francamente il problema della produzione sperimentale degli èsseri vivi; e in ognuno di questi argomenti avrò l'occasione di segnalare un qualche pregiudizio che ha posto le sue radici anche nelle menti più elette dei più insigni naturalisti. Dichiaro per altro che facendo la rivista dei pregiudizj altrùi non ho la pretesa di erìgermi a maestro e pronunciar sentenze infallibili, ma soltanto di adempire coscienziosamente al mio dovere di naturalista, proclamando altamente come vero ciò che ho la convinzione che sia vero, e combattendo francamente tutto ciò che ho la convinzione che non sia conforme alla verità. Se avverrà qualche volta, come ho speranza, che anche i mièi lettori mi diano ragione, mi confermerò maggiormente in un'opinione che mi servì di conforto nella dolorosa situazione in cui così a lungo mi trovài di mancar quasi interamente di libri ed è che, leggendo poco e pensando molto, se non si può partecipare del sapere degli altri si resta almeno immuni dai loro erramenti.

487. Intanto comincierò col fare osservare che allorquando per la spiegazione di un fatto si sono immaginate molte diverse ipòtesi, la vera ragione del fatto, se non è riposta nell'ipòtesi più semplice, sarà ancora più sèmplice della stessa. Non mai avvenne di trovare che fra due ipòtesi la verità fosse riposta nella più complicata. Per dar spiegazione dell'origine degli èsseri organizzati si tròvano di fronte l'ipòtesi della generazione

spontanea e quella della trasformazione delle specie, proposta dal Darwin. Infra le due io m'attengo alla più sèmplice che è quella della generazione spontanea. Si obbiecterà che questa è tutt'altro che sèmplice, chè anzi vi sono moltissimi naturalisti che la rifiùtano nel modo il più assoluto ritenèndola inammissìbile appunto per la sua troppa complicazione. Io non mi farò per ora a dimostrare il contrario: si ritenga pure una tale ipòtesi come complicatìssima, irta di difficoltà, contraria ai sòliti andamenti della natura. Mi si vorrà per lo meno concèdere che le difficoltà, che le contrarietà, concèrnono il principio stesso, non già il nùmero più o meno grande delle sue applicazioni; per lo che se vi saranno molti i quali negheranno che per la generazione spontanea possa per es. nàscere un cane, non vi debba èssere alcuno il quale creda che la generazione spontanea si possa ammèttere pel cane e non pel gatto o pel cavallo, si possa ammèttere per un pesce e non per un rèttile, si possa ammèttere per un verme e non per un insetto. L'ipòtesi della trasformazione delle specie che a primo aspetto ha tutta l'apparenza d'èssere assurda, venne assài dottamente dimostrato dal Darwin che tale non è. Però è tutt'altro che sèmplice: sarebbe difficile il farne ben comprèndere la possibilità con uno scritto meno elaborato di quello del Darwin. Il chiaro autore esterna più d'una volta l'opinione che la sua ipòtesi sia meno complicata di quella della generazione spontanea ch'ei suol chiamare col nome di *creazione*; ma ch'egli in ciò s'inganni basterebbe a provarlo la

considerazione che la trasformazione delle specie non può aver luogo se già non esìstono le specie che dèvono èssere trasformate, e che queste specie le quali non sono il prodotto di trasformazioni antecedenti, ma sono anteriori ad ogni trasformazione, dèvono avere avuto la loro orìgine per mezzo della generazione spontanea.

488. Egli è vero che quì ad allontanare la necessità della generazione spontanea vi sono molti che ricòrrono a quell' ipòtesi che è conosciuta sotto il nome di *panspermia* in virtù della quale si ammette che i germi delle specie più sèmplici si tròvino disseminati da per tutto, non curàndosi però di dire come questi germi àbbiano potuto prodursi senza ricòrrere alla generazione spontanea.

L'opinione che i germi àbbiano sempre esistito non meriterebbe di èssere discussa se non fosse professata da persone degnìssime di rispetto e sommamente autorèvoli. Pertanto credo mio dèbito di richiamar la loro attenzione sul fatto conosciuto che basta una temperatura poco più elevata di quella dell'acqua bollente per distrùggere qualunque germe. Inoltre è noto che il germe si modìfica dando òpera collo sviluppo a formar l' individuo che da esso trae l'orìgine, e a questo non sopravvive, mentre però in seno ad esso può aver prodotto molti altri germi, destinati allo svolgimento di nuovi individui. Ora questi fatti di germi di nuova formazione, di germi che si modìficano, di germi che periscono, tòlgono ogni fondamento di credibilità alla supposizione che i germi non àbbiano avuto alcun principio. Ciò che è

eterno è immutàbile, ma ciò che muta e che perisce, come i germi, deve avere avuto necessariamente un principio e non può supporsi che abbia sempre esistito.

489. Ora il principio della generazione spontanea, sèmplice o complicato che sia, basta interamente a sè stesso, mentre che il princìpio della trasformazione delle specie non esclude la necessità della generazione spontanea, dunque comprende tutte le difficoltà di questa, e tutte le difficoltà sue proprie che sono assài grandi, esìstono anch'esse e si sovrappòngono a quelle.

Un'ipòtesi che fu immaginata per discacciare dalla scienza quella della generazione spontanea, e che dalla generazione spontanea non solo non può svincolarsi, ma che è obbligata a porre sovr'essa il suo primo e necessario fondamento, non avrebbe certo potuto ottenere una così favorèvole accoglienza se fosse stato meno chiaro e meno autorèvole il nome di chi la propose. Siccome però la verità nelle scienze deve andare avanti ad ogni rispetto, così prendendo ad esaminare i fondamenti di quell'ipòtesi non mi farò riguardo di esporre schiettamente quelle ragioni che me la fècero giudicare inammissìbile.

Articolo II.

Irreducibilità delle specie.

Obbiezioni contro l'ipòtesi della trasformazione delle specie — Esame de' suòi due principii fondamentali — Come partendo da principii assài sèmplici, per mezzo di una legge di sviluppo assài sèmplice, si possa giùngere a risultati complicatissimi — Dalla complicazione degli organismi viventi non è permesso il trarre induzioni contro la semplicità del loro modo di formazione — La trasformazione delle specie non può èssere accettata finchè le màncano gli appoggi di prove dirette e positive.

490. Tutti gli argomenti che si addùcono per provare la possibilità della trasformazione delle specie si appòggiano al fatto di quell' arrendevolezza che, fra certi limiti, deve èssere necessariamente una prerogativa di tutte le specie, come lo è di ogni altra cosa, anche priva di vita, esistente nell' universo. I limiti di questa arrendevolezza non fùrono mai debitamente determinati, e il Darwin ebbe il mèrito di mèttere in chiaro ch' essi si estèndono molto al di là di quanto prima di lui si era creduto. Però i fatti importanti sovra i quali ci chiamò l'attenzione dei naturalisti non sono tali che se ne possa dedurre l' esistenza d' una mutabilità senza fine in virtù di cui ad un dato organismo sia concesso di acquistare proprietà e forme lontanìssime dalle originarie, per adattarsi a tutte le più diverse ed opposte condizioni di vita. D' altronde per quanti tentativi àbbiano fatto gli uòmini, i quali come èsseri intelligenti dèvono potere in ciò assài più che la natura,

e per quanto s' industriàssero a variare e a moltiplicare le combinazioni, non arrivàrono mai, prendendo di mira due specie indubbiamente diverse, non solo a trasformare l' una nell' altra, ma nemmeno a dar vita ad una nuova specie che tenesse il mezzo fra le due sovraccennate. Infine nell' ipòtesi della trasformazione delle specie come si potrà mai dare una soddisfacente spiegazione del fatto che le forme di transizione siano sempre sfuggite alle ricerche dei naturalisti, e non se ne sia trovata la traccia nè fra gli èsseri attualmente viventi, nè fra quelli che vìssero in tutto il periodo dei tempi stòrici, nè fra quelli di cui si tròvano le spoglie fossilizzate entro le rocce terrestri, le quali ci traspòrtano fino agli incunàboli della vita e abbràcciano nientemeno che tutta l' immensa estensione delle èpoche geològiche? Il Darwin ammette l' esistenza di questa obbiezione e dagli sforzi ch' egli fa per combàtterla si può argomentare quanto sia grande l' importanza che esso medèsimo le attribuisce.

491. Del resto si potrebbe chièdere per qual ragione non vi dovrèbbero èssere le specie irreducibili tra i corpi viventi mentre indubitabilmente vi sono anche tra i corpi non dotati di vita? C'è forse qualcuno che giùdichi possìbile che il marmo si converta in cristallo di rocca o che il rubino si trasformi in diamante? Vi fùrono, è vero, gli alchimisti i quali, nell'infanzia della chìmica, hanno sperato di poter convertire i metalli ignòbili in oro od in argento; ma il completo insuccesso de' loro innumerèvoli tentativi finì coll' indurre

tutti i chìmici nella persuasione che i metalli fòssero irreducìbili. Ed ecco, come fa osservare molto argutamente il nostro illustre Terenzio Mammiani, nella *Nuova Antologìa* del 1868, che gli alchimisti sconfitti dai metalli vògliono ritentar la prova sui corpi viventi! E quì è da aggiùngere che se anche la trasformazione si ottenesse nei metalli non diventerebbe per ciò più fondata la speranza di poterla ugualmente ottenere nelle specie viventi; imperocchè nell' un caso si tratta di materiali informi di cui si vorrebbe mèttere in chiaro la sospettata identità della sostanza velata da qualche apparenza affatto accidentale, mentre che nel secondo caso nessuno mette in dubbio l'identità della sostanza, ma essendo questa stata lavorata in modi diversìssimi, e coll'apparenza d' èssere nei diversi modi un lavoro ugualmente finito, si vorrebbe dimostrare che quèi diversi lavori sono l'uno in continuazione dell'altro, e che anche il più perfetto fu interrotto a metà, ed è destinato ad èssere sempre continuato senza venir mai compito. Ma tale non è mai stato il modo di procèdere della natura la quale con mano maestra fonde e rifonde le materie lavoràndole sempre a nuovo e mai non facendo di sìmili rappezzi. Sarebbe come se un artèfice volendo fabbricare un buon orologio, invece di foggiar l'acciajo immediatamente in quegli ordigni che a quel meccanismo convèngono, cominciasse a fabbricare un orologio di vecchio stampo e pieno d'imperfezioni, per poi modificarne le parti in modo da corrèggerne i difetti e convertirle in quelle che si richièdono per l'orologio migliore.

492. La possibilità della trasformazione delle specie non avrebbe trovato così facile credenza se la nostra mente non vi fosse stata apparecchiata per la virtù di due vecchie opinioni generalmente avute per vere e di cui ora procurerò di mèttere in chiaro la poca solidità. La prima predicata in tutte le scuole era stata formolata in un proverbio latino avente per significato che *non vi è alcun salto nella natura.* Questa legge di continuità che applicata alla successione dei fenòmeni è una verità luminosa, applicata alla somiglianza delle forme diventa un assurdo manifesto. Infatti una forma appartiene ad un oggetto finito, e quindi tra due forme vicine, per quanto si rassomiglino sarà sempre possìbile l'intercalare un nùmero senza fine di forme intermedie, il che dimostra che fra quelle due forme non solo v'è un salto ma s'interpone un vero abisso che non si arriverà mai a colmare.

493. La seconda sta nel concetto che noi ci siamo formati della complicazione degli èsseri viventi. È opinione generale che gli èsseri viventi àbbiano tutti una compàgine estremamente complicata, cosicchè non solo troppo facilmente si ammise che all'uomo sarebbe stato sempre impossìbile il farli nàscere ma si ebbe generalmente una grande inclinazione a negare questa possibilità fin-anco alle forze naturali. Ora io dico che la questione della complicazione degli èsseri viventi e della conseguente difficoltà di mètterne insieme l'organismo non è mai stata considerata sotto il suo vero punto di vista.

È giusto il crèdere che l'organismo dei viventi vegetali sia più complicato di quello dei viventi minerali, e che l'organismo più complicato di tutti sia quello appartenente ai viventi animali. Ciò si deduce manifestamente dall'anàlisi che abbiam fatta nel Capo precedente delle tre diverse vite, e dei rapporti che tèngono infra di loro. Ma quando si tratta di paragonare due organismi appartenenti ad un medèsimo regno, quali sono le norme che ci pòssono servir di guida per giudicare quand'è che l'uno sia più o meno complicato dell'altro? Noi abbiamo ammesso come un principio indiscutìbile che l'uomo sia l'èssere più perfetto di tutti e che quindi debba possedere l'organismo il più complicato, e da ciò poi si dedusse che gli organismi si dèbbono ritenere tanto più sèmplici quanto più si discòstano da quello dell'uomo. Moltìssime cose si potrèbbero opporre a questo modo di ragionare. Ammettiamo pure che il cervello dell'uomo sia meglio lavorato che quello di qualunque altro animale e quindi più ricco d'òrgani e più complicato: potremo forse affermare la medèsima cosa per un altro òrgano qualunque? È per es. un fatto di una evidenza palmare che lo stòmaco del bue è più complicato di quello dell'uomo, e che in generale il tubo digestivo degli animali puramente erbìvori è più complicato del tubo digestivo di quelli pei quali un nutrimento esclusivamente vegetale non può bastare. Ora per qual ragione daremo più importanza alla complicazione del cervello che a quella dello stòmaco e dichiareremo l'organismo umano più complicato di quello

del bue? Più difficile riuscirebbe l'istituire il confronto delle complicazioni quando si trattasse di animali affatto diversi, nè certo è possìbile il dimostrare con buone ragioni che un gàmbero per es. è più complicato d'una lumaca e lo è meno di una rana. Nè varrebbe il dire che dèvono ritenersi più complicati degli altri quegli animali che hanno più lunga vita e si moltìplicano meno, perchè per una parte si vede che la natura, conservàndoli a lungo, li ha in conto di cose più perfette, e d'altra parte, fabbricàndone meno, lascia travedere che al farli incontra maggiori difficoltà. Ammesso questo principio si dovrebbe ritener l'uomo più complicato del bue, ma si dovrebbe ritener l'elefante più complicato dell'uomo. È manifesto che i buoni criterj per recar di tali giudizj màncano affatto, e che per conseguenza dòmina tuttavìa, sulla questione in discorso, la più grande incertezza e la più completa oscurità. Del resto se anche una tal questione fosse perfettamente risolta e noi sapèssimo assegnare la giusta scala della complicazione per ogni animale, o vegetàbile, o minerale, non avremmo fatto un passo di più nella via che ci siam posti a percòrrere, perchè gli èsseri viventi nello stato di loro perfezione per quanto siano sèmplici, sono già abbastanza complicati da eccèdere manifestamente la potenza plasmatrice della natura. E infatti la natura non forma vivente alcuno nel suo stato di maturità, e noi tutti abbiamo la convinzione che ci sarebbe meno da maravigliarsi che la natura si mettesse un bel giorno a fabbricar locomotive od orologi, piuttosto che mèttere

insieme le parti diverse di un cane, di un gatto, di un gàmbero o d'uno scarafaggio per fabbricare tutto d'un tratto un animale completo. La ragione per la quale la natura non può fare un vivente nel suo stato di maturità è chiarìssima, ed è che non ha la capacità necessaria a far cosa alcuna che non sia dotata di un'estrema semplicità. E però quando saremo riusciti a dimostrare che la natura fabbrica i germi saremo tratti necessariamente a conclùdere che i germi sono organismi semplicissimi, e forse tutti ugualmente sèmplici da quello che produce il vibrione a quello che dà orìgine all'uomo. Nè c'è alcuna buona ragione per crèdere che il germe debba èssere tanto più complicato quanto è più complicato il vivente a cui dà l'orìgine, mentre l'apparente complicazione di questi è manifestamente l'effetto dello sviluppo, ed è noto che i prodotti degli sviluppi pòssono parere complicatissimi, quantunque pàrtano da principii estremamente sèmplici e si fòrmino dietro leggi dotate anch' esse della più grande semplicità.

Procurerò di rischiarare il mio concetto con un esempio numèrico.

494. V'è una famiglia di nùmeri i quali sono tutti rappresentati da una fòrmola contenente una sola variàbile, e si sèguono obbedendo ad una così fatta legge per cui i soli che si tròvino entro i lìmiti del primo miliardo sono i quattro seguenti:

2; 4094; 4,443.600; 686,333.096;

si domanda qual'è la fòrmola che li rappresenta, o meglio qual'è la legge dietro la quale si sono formati. La

fòrmola e la legge del loro sviluppo si tròvano in nota (6). Quì soltanto farò osservare ch'egli è cosa difficilissima tanto il trovar l'una quanto il trovar l'altra; ed anzi considerando la natura della fòrmola la quale è la definizione di questa famiglia di nùmeri, e vedèndola

(6) La serie dei nùmeri naturali

$$1;\ 2;\ 3;\ 4;\ 5;\ .....\ n;\ n+1;\ .....$$

si rappresenti col simbolo $A_n^{(1)} = n$.

Quadrando questi nùmeri, e togliendo dal quadrato di ciascun nùmero il nùmero precedente si avrà la serie:

$$1;\ 3;\ 7;\ 13;\ 21;\ .....$$

che sarà rappresentata con

$$A_n^{(2)} = A_n^{(1)2} - A_{n-1}^{(1)} = n^2 - n + 1.$$

Ripetendo sui nùmeri di questa seconda serie la stessa operazione otterremo la terza serie

$$0;\ 8;\ 46;\ 162;\ 428;\ .....$$

di cui ciascun nùmero si potrà rappresentare con

$$A_n^{(3)} = A_n^{(2)2} - A_{n-1}^{(2)} = n^4 - 2n^3 + 2n^2 + n - 2.$$

E procedendo nello stesso modo otterremo la serie:

$$2;\ 64;\ 2108;\ 26.198;\ .....$$

di cui il tèrmine generale sarà rappresentato da

$$A_n^{(4)} = A_n^{(3)2} - A_{n-1}^{(3)} = n^8 - 4n^7 + 8n^6 - 6n^5 - 5n^4 + 18n^3 - 21n^2 + 9n + 2.$$

La serie quinta sarebbe:

$$2;\ 4094;\ 4,443.600;\ 686.333.096;\ .....$$

della quale un tèrmine qualsivoglia verrebbe rappresentato da

$$A_n^{(5)} = A_n^{(4)2} - A_{n-1}^{(4)} = n^{16} - 8n^{15} + 32n^{14} - 76n^{13} + 102n^{12} - 20n^{11} - 230n^{10} + 334n^9 - 596n^8 + 212n^7 + 394n^6 - 676n^5 + 390n^4 + 72n^3 - 190n^2 + 25n + 36.$$

composta di 17 tèrmini irreducibili, con coefficienti diversìssimi e senza alcun apparente legame, se ne deve conclùdere che l'organismo di quèi quattro nùmeri è veramente molto complicato. Però quèi quattro nùmeri tràggono il loro principio da leggiere modificazioni della

E procedendo più oltre si troverebbe la sesta serie, di cui il tèrmine generalo sarebbe rappresentato da

$$A_n^{(6)} = A_n^{(5)^2} - A_{n-1}^{(5)} = n^{32} - 16n^{31} + \ldots\ldots$$

e in generale un tèrmine qualunque della serie emmèsima sarebbe rappresentato da

$$A_n^{(m)} = A_n^{(m-1)^2} - A_{n-1}^{(m-1)} = n^{2^{m-1}} - 2^{m-2}\, n^{2^{m-1}-1} + \ldots\ldots$$

Risulta pertanto che la fórmola rappresentante il tèrmine generale emmèsimo della serio emmèsima è un polinomio contenente tutte le diverse potenze di n fino a quella dell'òrdine 2^{m-1}, il che significa che il polinomio consta di $2^{m-1} + 1$ tèrmini irreducibili. Possiamo dunque asserire che la struttura di questo nùmero è assài complicata. Per altro se ci accontentiamo di rappresentarlo per mezzo di quelli dai quali esso proviene in conseguenza dello sviluppo, allora la fórmola generale ridùcesi alla seguente uguaglianza:

$$A_n^{(m)} = A_n^{(m-1)^2} - A_{n-1}^{(m-1)}$$

la quale mèrita che vi fermiam sopra tutta la nostra attenzione per la sua grande semplicità.

Resta per tal modo reso manifesto come da principii semplicissimi, per mezzo di semplicissimi sviluppi, si pòssano ottenere risultamenti assài complicati.

Ora facciàmoci a considerare la serie quinta. L'espressione del tèrmine generale comprende 17 tèrmini irreducibili, ed è per conseguenza di già abbastanza complicata. Questa fórmola ci dà i valori dei diversi tèrmini della serie col dare ad n per valore i nùmeri della prima serie la quale è quella stessa dei nùmeri naturali.

variàbile n la quale è come il loro germe. Infatti basta che la variàbile n cambj dall' uno al due; dal due al tre; dal tre al quattro, perchè dalla fòrmola si ricàvino quèi quattro nùmeri tanto fra loro diversi. Piccolo cambiamento nel germe, grandissimo cambiamento nel nùmero sviluppato. Mi piacerebbe che i Darwiniani mi facèssero sapere con quale artificio si potrebbe a poco a poco far che l' uno di questi nùmeri si trasformasse

Fatto $n = 1$ si ha il valore del primo tèrmine, e si trova che è:

$$A_1^{(5)} = 2.$$

Fatto $n = 2$ si ha il valore del secondo tèrmine che si trova èssere:

$$A_2^{(5)} = 4094.$$

Fatto $n = 3$ si ha:

$$A_3^{(5)} = 1,443.600.$$

Fatto $n = 4$ si ottiene:

$$A_4^{(5)} = 686,333.096.$$

Fatto $n = 5$ si ricava:

$$A_5^{(5)} = 33.497,026.286.$$

e facendo n uguale ad un nùmero qualunque maggiore di 5, si otterrèbbero nùmeri più grandi dell'ùltimo che si trovò, d'onde si conchiude che dentro i limiti del primo miliardo non si hanno altri valori di $A_n^{(5)}$ se non che i quattro riportati di sopra corrispondenti ai valori di $n = 1;\ 2;\ 3;\ 4$. Veramente altri tre nùmeri positivi minori di un miliardo si potrèbbero ricavare dalla fòrmola rappresentatrice del valore di $A_n^{(5)}$, e sarèbbero 36; 1,296.410; 460,114.851; corrispondenti ai valori di $n = 0;\ -2;\ e\ -3$; ma questi non fùrono da me presi in considerazione perchè non tràggono la loro origine da alcun nùmero significativo appartenente alla vera serie dei nùmeri naturali.

nel successivo, tenendo intatto il germe, e facendo invece variare i coefficienti dietro una legge qualsivoglia, per la determinazione della quale si lascia ad essi pienissimo arbitrio. Ora farò osservare che quèi nùmeri si complicàrono assài in virtù dello sviluppo, ma provèngono da germi semplicìssimi, assài poco differenti l'uno dall' altro, e si svilupparono seguendo una legge estremamente sèmplice.

I germi sono rappresentati dalla serie dei nùmeri naturali, quadràndoli e sottraendo dal quadrato il nùmero precedente si ha la prima serie dei nùmeri sviluppati, ossia la serie seconda formata dai nùmeri dopo che subìrono un primo sviluppo. Si ripeta su questi la stessa operazione, cioè si quàdrino e si sottragga dal quadrato di uno dei nùmeri quello che lo precede; avremo così la seconda serie dei nùmeri sviluppati, ossia la terza serie costituita dai nùmeri dopo che fècero un secondo passo nel loro sviluppo. Operando su questi nello stesso modo troveremo la quarta serie, quella che contiene i nùmeri dopo che nel loro sviluppo si avanzàrono ancora di un passo. Seguitando sempre così si può far procèdere lo sviluppo di quèi nùmeri fino al grado che ne piace. I quattro nùmeri di sopra riportati si ottènnero nel modo dichiarato, ed appartèngono alla quinta serie, cioè sono i nùmeri che hanno compiuto solo i primi quattro passi nella via del loro sviluppo.

La legge dello sviluppo è semplicìssima come deve èssere semplicìssima la legge dello sviluppo nei corpi organizzati; i principj da cui questi nùmeri prèndono

le mosse sono nùmeri semplicissimi e poco differenti fra loro, come dèvono èssere semplicissimi e poco differenti fra loro tutti i germi da cui tràggono orìgine le forme così diverse dei corpi viventi; bastàrono pochi passi nello sviluppo dei germi numèrici perchè la complicazione apparente dei nùmeri che si formàrono diventasse pressochè inestricàbile, e ci si presentàssero con tale aspetto d' irregolarità da farci quasi disperare di scoprire la fòrmola che li rappresenta, e la legge che presiedette al loro sviluppo. Fortunatamente questa fòrmola e questa legge èrano conosciute in anticipazione, e quindi abbiamo potuto valèrcene per analizzare in tutte le sue particolarità l'importante problema. I corpi organizzati ci si presèntano complicati come i nùmeri studiati; ma sono tutti senza eccezione il frutto d'uno sviluppo. Abbiamo anche la certezza che le leggi che presièdono ai loro svariati sviluppi dèvono èssere poche, sèmplici e affatto uniformi: abbiamo infine la certezza che i germi da cui tutti i viventi provèngono sono poco dissìmili l'uno dall'altro e tutti assài sèmplici. Però nè la fòrmola che rappresenta gli èsseri organizzati delle diverse classi, nè le leggi del loro sviluppo si sono fino ad ora potute mèttere allo scoperto. V'è in ciò qualche cosa di straordinario che ci debba sorprèndere, e possa indurci a crèdere che quelle fòrmole e quelle leggi non sìano discopribili, o non sìano molto sèmplici? Io dico risolutamente di no, e fino alla prova del contrario che nessuno arriverà mai a produrre, continuerò a ritenere che la complicazione apparente degli organismi

viventi non è che l'ordinario effetto dello sviluppo, ma che lo sviluppo prese le mosse da principj semplicissimi e dietro leggi semplicissime si è compiuto.

498. Dal fatto che gli organismi degli èsseri viventi appariscono complicati e da quello che non si sono fino ad ora potute scoprire le leggi che presièdono al loro sviluppo, si è voluto precipitosamente dedurre che tutto sia estremamente complicato ciò che si riferisce a quegli èsseri; sostanzialmente complicatissimo il loro organismo, inestricàbili le leggi del loro sviluppo, inesplicàbile anzi pressochè impossìbile la naturale formazione dei loro germi.

L'esempio numèrico che abbiamo superiormente recato dimostra colla màssima evidenza quanto siano mal fondate tutte queste deduzioni e ci permette di crèdere che l'apparente complicazione degli organismi possa benissimo accordarsi con leggi semplicissime di sviluppo, sebbene assài difficilmente determinàbili, e con una così grande semplicità dei germi per cui sia oltremodo fàcile la loro naturale formazione.

Posta la questione in questi tèrmini e tolta quella deploràbile confusione di idèe che prima la rendeva oscura; dimostrato che gli èsseri vivi appartenenti al medèsimo regno sono a presso a poco tanto complicati gli uni quanto gli altri e tutti meno complicati di quanto supponèvasi, è tolto ogni fondamento di credibilità alla trasformazione delle specie. Per poter crèdere a un così fatto espediente bisognava che la sua necessità rifulgesse della màssima evidenza. Ora non solo non è evidente

la sua necessità ma risulta evidentìssima la sua poca probabilità; perchè non vi sarebbe più la giusta proporzione tra il mezzo e lo scopo; mentre il meccanismo della trasformazione delle specie ha l'apparenza d'èssere un fenòmeno assài più complicato di quello ch'esso avrebbe continuamente lavorato a produrre, cioè la struttura attuale degli èsseri organizzati.

496. Ora quando di una cosa supposta possìbile non è dimostrata la necessità, per far crèdere che sìasi verificata è necessario avvalorarla o colla prova decisiva del fatto, o almeno coll'additare fatti già verificati e indubitàbili, i quali àbbiano colla cosa in contestazione una manifesta analogìa. Ma fatti che àbbiano manifeste analogìe con quello della trasformazione delle specie non se ne pòssono additare perchè non ne esistono, chè tali per certo non sono i prodotti della fecondità di due specie incrociate. Non resta pertanto altro mezzo ai fautori della trasformazione delle specie, affinchè la loro opinione non possa più èssere ragionevolmente respinta se non che di provare che la trasformazione può aver luogo procuràndola sperimentalmente, o additar qualche fatto ben constatato nel quale questa trasformazione delle specie abbia potuto verificarsi naturalmente.

Non spetta a chi nega la possibilità della trasformazione delle specie il dimostrare ch'essa è impossìbile, bensì è dèbito di chi ci crede il mètterla in chiaro. Finchè queste prove non ci sìano fornite possiamo aver fede nell'irreducibilità delle specie come in una verità tuttora riposante sopra fondamenti sodi ed intatti.

Articolo III.

La selezione naturale.

Come si sògliono giudicare i mutamenti recati dal tempo — Che cos'è la selezione naturale — Nessun èssere vivente aspira a trasformarsi in altra specie — Una condizione per la possibilità della selezione — Grandezza della moltiplicabilità teòrica nella specie umana — Nessun rapporto fra la moltiplicabilità teòrica delle specie e la loro effettiva moltiplicazione — Necessità di un periodo di selezione esercitata al rovescio — Come è probàbile che si compòrtino le specie nel lungo periodo della loro esistenza.

497. Essendo l'universo la rappresentazione di un grandioso fenòmeno, tutto ciò che in esso esiste è preda del movimento, ed ogni cosa deve necessariamente mutar le proprie sembianze. In mezzo a questi continui travestimenti però l'universo rimane sempre qual'era, nè c'è alcuna ragione per erèdere ch'esso vada salendo verso una maggior perfezione, ovvero che tramonti verso il suo dissolvimento. Pertanto tutti i detti mutamenti non recando all'universo nè danni, nè vantaggi, non pòssono èssere considerati nè come pèrdite, nè come guadagni. Noi però che siamo sòliti a giudicare le cose da un punto di vista ristrettìssimo, riferèndole sempre a noi stessi, noi che chiamiamo bene tutto ciò che conferisce alle nostre comodità e diciamo male tutto ciò che contraria i nostri desiderj, essendo per sòlito danneggiati dai mutamenti che accàdono intorno a noi, non ci peritiamo di stigmatizzarli col nome di guasti; e quando per es. i nostri mòbili sono ròsi dal tarlo

diciamo che si guàstano, e quando i nostri àbiti pèrdono il pelo ed il colore diciamo pure che vanno guastàndosi, e così passando di cosa in cosa e giudicàndole tutte alla medèsima stregua siamo arrivati a formolare in un proverbio molto significativo il concetto che ce ne siam formati e ad ammèttere come una verità indiscutibile che *il tempo guasta ogni cosa.* A questo principio per altro siamo stati costretti di fare una qualche eccezione, perchè, partendo sempre dallo stesso punto di vista del nostro interesse, allorquando per es. abbiam visto che un uovo si tramutava in un pollo, non abbiam più detto che l'uovo si fosse guastato, ma dichiarammo invece ch'esso si era perfezionato; e questo concetto del perfezionamento degli uovi che si trasfòrmano in animali, o di semi che si trasfòrmano in piante l'abbiamo generalizzato ad ogni caso anche a quelli nei quali la pianta o l'animale siano piuttosto destinati a recarci danno che non vantaggio. E così al principio generalmente ammesso che il tempo guasta ogni cosa abbiamo fatto una grande eccezione la quale comprende tutti gli èsseri organizzati che vanno sviluppàndosi, dei quali si suol dire che durante lo sviluppo vanno raggiungendo uno stato di perfezione di mano in mano sempre più grande.

498. Inoltre noi che ci crediamo il modello d'ogni perfezione giudichiamo gli altri èsseri tanto più perfetti quanto più si avvicìnano a noi, e tanto più discosti dalla perfezione quanto più da noi si allontànano. Dietro così fatti concetti fondati unicamente sulla umana

vanità, abbiam finito coll' immaginare una tendenza di tutti gli èsseri a perfezionarsi sempre più, cioè a sollevarsi a poco a poco per gradi verso il tipo umano. Fra i varj mezzi dei quali giòvasi la natura per dar soddisfazione a questa tendenza, uno dei più generali e più efficaci sarebbe quello a cui il Darwin ha dato il nome di *selezione naturale.* E la selezione naturale consisterebbe in quel complesso di forze per le quali avviene che allorquando un individuo nasce per caso dotato di qualche anormalità vantaggiosa alla specie, questa finisce col diventare il retaggio comune a tutta la specie, la quale per tal modo si trova d'aver fatto un passo innanzi nella via del suo perfezionamento.

499. Io non dico che a persuaderci di ciò, vi dovrebbe èssere la traccia di una simile aspirazione in tutti quegli èsseri dei quali ci è possìbile conòscere i sentimenti; ma per lo meno non dovrèbbero esistere in un modo pronunciatissimo i segni della ripugnanza alla detta aspirazione. Io per es. credo che non si possa mèttere in dubbio che, come a noi non alletterebbe di sollevarci a dominatori dell' aria, cambiando il nostro intelletto con quello dell'àquila, nemmeno all'àquila sarà mai sorto il desiderio di potere acquistare il nostro intelletto, condannàndosi ad abbandonare il dominio dell' aria per trascinarsi strisciando sulla terra come fa l' uomo. A ciascuna specie la natura ha dato quanto basta per invaghirla di sè stessa, e per farle crèdere che il meglio che le possa accadere sia di poter conservare tenacemente e perpetuamente il proprio posto. Nè

alcuno vorrà oppormi ch'io asserisco ciò gratuitamente, senza avere interpellato l'àquila che è una delle parti interessate; ma di tal verità potrà persuadersi chiunque il quale voglia riflèttere come nessun uomo per miseràbile od infelice che sia accetterebbe di rinunciare alla propria individualità per trasformarsi in un altro uomo, per quanto questo fosse privilegiato di tutti i beni della fortuna. Si pensi che bisognerebbe dire a quel disgraziato: sei tu contento di scomparire dal mondo affinchè in vece tua vi sia un altro uomo che gavazzi in tutti i piaceri? Egli è ben certo che se ne avrebbe questa risposta: che cosa giova a me infelicissimo l'altrùi felicità? ed a meno che indipendentemente dall'accennata offerta avesse già deliberato di tògliersi la vita, continuerebbe a vivere meschinamente e respingerebbe con isdegno la proposta trasformazione. E ciò mi pare che dimostri abbastanza chiaramente come il desiderio della trasformazione delle specie non sia mai penetrato nell'ànimo di alcun èssere vivo.

500. Affinchè la selezione possa esercitarsi bisogna cominciare ad ammèttere che la terra rigùrgiti di èsseri vivi di tutte le specie, perchè se ciascuna di queste non avesse raggiunto il maggior grado possìbile della sua densità, vi sarebbe lìbero il posto anche per altri individui i quali sebbene mancanti di qualunque prerogativa particolare potrèbbero tranquillamente occuparlo, senza che ad essi, per la suprema necessità dell'esistenza, fosse conteso e tolto da quelli che avendo avuto un qualche maggior dono sono più forti di loro.

La selezione pone adunque il suo primo fondamento nella necessità che ciascuna regione della terra sia perfettamente sàtura di èsseri viventi, ovvero che di ciascuna specie contenga tutto quel maggior nùmero di individui ch' essa, nelle circostanze in cui si trova, è suscettìbile di contenere. E a dimostrarne che ciò effettivamente deve aver luogo, si ricorre al fatto della straordinaria fecondità di molte specie, e con particolare compiacenza si cita il caso di varj pesci i quali depòngono ad ogni volta parecchie migliaja di uovi. Del resto a questo propòsito io credo inùtile il citare piuttosto un caso che l'altro, mentre anche le specie meno prolifiche ci òffrono di che farci strabiliare sulla sterminata immensità dei loro prodotti, qualora però la copia dei prodotti effettivi avesse un qualche rapporto colla loro forza di produttività.

501. Nella nostra specie per es. quantunque così scarsamente riproduttiva si può ammèttere per altro che una coppia a venticinque anni di vita abbia potuto produrre altre due coppie; ma ciò è ben lontano dal significare che l' umana popolazione fosse destinata a duplicarsi ad ogni quarto di sècolo. Che se mai ciò fosse, anche ammesso, secondo il racconto bìblico, che la prima coppia umana non fosse comparsa sulla terra che sessanta sècoli fa; avrèbbero dovuto in questi sessanta sècoli succèdere 240 duplicazioni, e quindi il nùmero attuale delle coppie dovrebbe èssere espresso da 2^{240}, il cui valore è un nùmero che comincia colle cifre 1763 . . . a cui tèngono dietro altre sessantanove cifre.

È difficile il formarsi il giusto concetto della grandezza di un nùmero costituito da 73 cifre. Onde riuscirvi bisogna cercar di mètterla in chiaro con qualche paragone.

La distanza che ci separa dal sole è valutata 150 miliardi di metri: prendendo questa distanza mille miliardi di volte noi ci portiamo nel firmamento al di là delle ùltime stelle nebulose viste coi migliori telescopj; per cui se immaginàssimo descritta intorno alla terra quella immensa sfera che ha per suo raggio la distanza ora dichiarata, saremmo certi d'inclùdere in essa tutto quanto l'universo conosciuto. Ora è fàcile il calcolare quanti metri cubi sono contenuti nella sfera immaginata: essi sarèbbero dati dal nùmero 14.175 seguito da sessantasèi zeri. Sarebbe infine un nùmero di 71 cifre. Alloggiando una coppia umana in ciascuno di questi metri cubi, si occuperèbbero tutti, e si troverebbe di non averne alloggiato che la minima parte: a mèttere a posto le coppie rimanenti occorrerebbe di aver disponìbili più di 120 altre sfere uguali a quella che fu già occupata. Infatti dividendo il nùmero delle coppie che ha 73 cifre pel nùmero degli spazj cùbici della sfera che non ne ha che 71 si trova un quoto superiore a 124.

Se tutta la materia dell'universo diventasse commestìbile, quella gente divorerebbe in un sol giorno la terra, il sole, tutte le stelle, tutti i pianeti e non arriverebbe a saziarsi.

503. Vèdesi che non è necessario ricòrrere ai casi speciali delle fecondità straordinarie per farci strasecolare sul nùmero immenso dei prodotti che in breve

tempo dovrèbbero derivarne. Ciò sembrerebbe avvantaggiar la tesi del Darwin; ma avendo trapiantata la questione nella specie umana di cui le vicende ci sono assài più note che quelle di qualunque altra specie, abbiamo il mezzo di vagliar meglio le conseguenze che dalla sterminata grandezza teòrica dei prodotti della fecondità si vorrèbbero ricavare. E intanto possiam cominciare ad intèndere che per quanto sia grande la facoltà moltiplicatrice degli èsseri vivi, la moltiplicazione nelle specie non si effettua se non che scarsamente e stentatamente per motivo di un' infinità di càuse moderatrici che non solo impediscono ogni soverchio ma non permèttono nemmeno che si raggiunga un limite soddisfacente. Vèdesi quanto sia diversa cosa il contare il nùmero degli ovi e l' ammèttere che tutti siano destinati a svilupparsi; vèdesi infine che con tanti ostàcoli che frènano la moltiplicazione, anche indipendentemente dalla supposta distruzione degli èsseri nella così detta lotta per la vita, non accade mai che alla superficie della terra vi sia saturazione d' una data specie di viventi, e quindi è tolto il principal fondamento sul quale si era edificata la teorìa della selezione naturale.

503. D'altronde se il lungo còrrere del tempo invece di logorare le specie come fa di qualunque altra cosa, deve in virtù della selezione naturale aggiùngere ad esse nuove perfezioni, bisognerà ammèttere, come difatti ammèttono i Darwiniani, che la formazione d' una data specie non possa effettuarsi senza ascèndere per una scala composta di numerosi gradini, d' onde conclùdesi

ch'essa è uno di quèi pochi fenòmeni i quali si còmpiono per fasi successive impiegando un tempo lunghìssimo, uno di quèi pochi fenòmeni dei quali il più appropriato e più conosciuto rappresentante è lo sviluppo individuale degli èsseri organizzati. E infatti i fautori della trasformazione delle specie sògliono dire che queste si svilùppano a somiglianza appunto del modo col quale avviene lo sviluppo degli individui. Ciò ritenuto, bisogna considerare che tutti i fenòmeni i quali si còmpiono nel modo dichiarato, salendo per gradi fino alla loro màssima perfezione, vòlgono poi al loro tramonto per mezzo di un necessario periodo di decadimento, anch'esso lento e graduato, e che quindi ammesso che le specie dovèssero svilupparsi, bisognerebbe anche ammèttere che giunte al cùlmine della loro perfezione dovèssero poi necessariamente decadere per la continuazione del medèsimo processo che le ha fatte dapprima salire. Ora io domando s'egli è naturale il crèdere che verrà un tempo nel quale si debba far la selezione soltanto delle qualità più cattive e più degradanti delle specie, e che la natura debba porre una cura particolare nel còglierle, nell'impadronìrsene, nel diffònderle dai pochi individui che da principio per qualche accidentalità le contràssero a tutta la specie che ne era immune. Che se si nega questo secondo lavoro della selezione fatto a ritroso, si deve necessariamente negare anche la prima parte del medèsimo lavoro, perchè le due parti sono solidali l'una dell'altra e dèvono o esistere tutte e due o tutt'e due mancare.

504. In quanto a me ritengo che gl'individui di una data specie sono come le foglie di una data pianta, e che la pianta rappresenti appunto la specie. Ora come una pianta non si trasforma col crèscere in un' altra, così non credo che una specie possa in un'altra specie trasformarsi, e come una pianta ne' suòi primordj si sviluppa perfezionàndosi e poi dura lunghìssimo tempo con una vigoria pressochè stazionaria per decadere nell' ùltimo periodo della sua vita; così credo che debba avvenire per tutte le singole specie. Pòssono nei loro primordj qualche poco perfezionarsi, cioè diventar più vigorose senza scostarsi per nulla dal loro tipo primitivo; poi dùrano lunghe età sempre uguali a sè stesse, poi sono destinate ad un perìodo di deperimento precursore della loro scomparsa. La selezione quale fu immaginata dal Darwin, secondo me, non esiste e non può esistere. Per crèdere ad essa bisogna ammèttere nella natura un modo di operare che le è affatto insòlito. Essa quando mira ad uno scopo vi cammina diritto, con mezzi semplicissimi e senza esitanze, cosicchè pare onniveggente mentre obbedisce ad una cieca inevitàbile necessità: ora queste condizioni sarèbbero manifestamente violate dal modo di funzionare della selezione. In questo Artìcolo ho cercato di mostrare quanto fosse poco sòlido l'uno dei fondamenti della selezione, quello della supposta eccessiva moltiplicazione degli èsseri viventi; nell'Artìcolo che segue prenderò a discùtere l'altro suo precipuo fondamento, quello a cui si è dato il nome di *lotta per la vita*.

Articolo IV.

La lotta per la vita.

Il vero stato di guerra fra gli animali è meno frequente di quanto si crede e non può servire ol perfezionamento delle specie — A questo scopo non pòssono servire nemmeno le caccie ch'essi frequentemente esèrcitano, e nemmeno le battaglie che combàttono per càusa d'amore o di gelosia — Come si può conciliore coll'òrdine benèvolo che esiste nello natura il fatto di onimali obbligati a nutrirsi d'altri animali — Esempi che dimòstrano negli animali il predominio dell'affetto sopra ogni altro istinto — In che consiste propriamente la lotta per la vita e qual'è il suo vero scopo.

505. Dimentichiamo per poco quanto si è esposto nell'Articolo precedente contro la possibilità d'una eccessiva moltiplicazione degli èsseri viventi, ed ammettiamo che questa si effettui proprio secondo una progressione geomètrica, cosicchè una sola coppia dopo uno scarso nùmero di generazioni debba ingombrar tutta la terra della sua progenie: allora non si potrà più trovare un paese nel quale di una data specie qualunque, in esso naturalizzata, non esista tutto quel maggior nùmero di individui che è comportàbile colle circostanze che vi dòminano; e si viene a stabilire il principio che in un istante qualunque ogni paese è sempre perfettamente sàturo di èsseri viventi, e possede di ciascuna specie la màssima quantità possìbile d'individui. Questi èsseri pertanto pressati continuamente dai nuovi che sopraggiùngono si fanno l'un l'altro la più attiva concorrenza, e per poter mantenere al banchetto della vita il posto

che ad essi è incessantemente contrastato dèvono star sempre sulle difese, ed èssere sempre pronti agli attacchi; cosicchè la vita deve èssere considerata come uno stato di guerra perenne, ove si combàttono battaglie spietate e terrìbili, sterminatrici di tutti quelli che non rimàngono vincitori.

Qual mutamento d'opinioni rispetto al tempo in cui si credeva seriamente che la natura moderasse i venti a favore dell'agnello tosato e tutti i giorni con amorosa cura apparecchiasse il cibo agli uccelli dell' aria! Per quanto questa credenza fosse manifestamente erronea pure aveva il suo fondamento in un principio giustìssimo, quello della solidarietà di tutti i fenòmeni naturali, e peccava soltanto perchè di quel principio esagerava la portata fuor d'ogni misura; ma la credenza di una guerra insistente, perenne, spietata fra tutti gli èsseri viventi, come condizione indispensàbile di vita e sorgente feconda di progresso è in aperta contraddizione coi fatti più comuni e più conosciuti. Quand'è mai che succede questa distruzione di milioni e milioni d' individui a beneficio del miglioramento delle specie? Quand'è che succèdono fra gli animali queste guerre sterminatrici aventi il miglioramento della specie se non per scopo almeno per frutto?

506. Fortunatamente il vero stato di guerra fra gli animali è poco conosciuto e se non fosse che lo esèrcita qualche altra specie fra quelle socièvoli, quali sono le formiche, si potrebbe asserire ch'esso è un deploràbile privilegio della razza umana. Gli animali carnìvori

non fanno la guerra ma esercìtano la caccia, il che dal punto di vista della teorìa in questione è ben diversa cosa; imperocchè il grosso pesce che dà la caccia al pesce minuto ingoja i diversi individui senza fare alcuna distinzione tra quelli dotati delle qualità migliori e quelli che ne màncano, e i fortunati che arrìvano a sottrarsi al fatale destino d'èssere divorati dèvono ringraziare piuttosto la combinazione di pìccole circostanze affatto imprevedìbili che non il mèrito di qualche loro particolare abilità. La stessa cosa fa il gatto coi sorci, e così in generale si compòrtano tutti gli animali cacciatori. Quegli animali poi che pràticano la vera guerra come per es. facciamo noi, promovendo l'eccidio fra gl'individui meglio conformati della specie, non provvèdono per certo all'eventuale miglioramento di questa, anzi nelle nazioni troppo dèdite alla guerra non màncano di manifestarsi, com'è naturale, i segni di qualche fìsico deterioramento.

Vi sono due razze di formiche le quali spesso si combàttono perchè l'una mira a ridurre l'altra in servitù, e questa difende valorosamente la propria indipendenza, però quasi sempre finisce col soccòmbere ed allora, obbligata insieme colla sua progenie a servire le vincitrici, deve pur troppo riconòscere che le vìttime cadute in guerra non fùrono di alcun vantaggio al miglioramento della specie.

507. Rèstano a considerarsi i combattimenti feroci che fanno frequentemente tra loro gl'individui maschi di alcune specie di animali per càusa di amore o di

gelosia. Questo fatto che sembra ordinato espressamente per dar consistenza alla teoria di Darwin è anche dal chiaro autore messo in un rilievo particolare, e tenuto in conto di uno dei principali fondamenti del suo edifizio. Abbiamo un conosciutissimo esempio di questo fatto nelle battaglie notturne che sui tetti delle nostre case combàttono i gatti nell'època degli amori. Allora il possesso della fèmmina viene fieramente disputato fra parecchi maschi i quali dàpprima si minàcciano colla voce e poi si assàlgono, si gràffiano e si mòrsicano finchè i più malconci abbandònano il campo di battaglia e solo il vincitore ottiene l'intento. Pare pertanto fuor di questione che l'effetto di questa lotta sia che la prole debba nàscere avvantaggiata di tutte le prerogative che distinguono il gatto vittorioso dalla turba di tutti gli altri. E poichè ciò che si disse dei gatti deve estèndersi ad una grande quantità di altri animali, così saremmo pressochè tratti a proclamare incontestàbile la somma importanza di questo fatto in mèrito alla questione di cui ci occupiamo. Però se lo si esàmina con maggior diligenza si riconosce facilmente ch' esso non ha per nulla quell'importanza che pare e che i Darwiniani vorrèbbero attribuirgli. Intanto cominceremo ad osservare che se in questo caso vi è selezione pel maschio non vi è nulla di sìmile per la fèmmina, ed è un fatto noto e indubitàbile che non esiste gatta deforme o sciancata che non sia trovata degna di molti omaggi maschili. Ciò invero succede perchè il nùmero delle fèmmine è di molto inferiore a quello dei maschi, e questa sproporzione

non è un fatto naturale, ma essendo il gatto divenuto una bestia domèstica, siamo noi che lo produciamo artificialmente. È per altro a crèdersi che se il nùmero delle fèmmine fosse uguale o superiore a quello dei maschi, non sarèbbero molto frequenti i combattimenti fra di esse, e certo diventerèbbero meno frequenti e meno feroci quelli fra i maschi. Ma v'è un'altra osservazione a fare ed è che queste baruffe che insòrgono fra i maschi disputàntisi il possesso della fèmmina pare che àbbiano uno scopo affatto diverso da quello dichiarato a cui si vede che non pòssono servire, in quanto che i gatti battuti in una battaglia rièscono vincitori in un' altra e quèi disgraziati che per difetto di forza resterèbbero sempre soccombenti, supplìscono coll' astuzia e sanno cògliere il momento opportuno per avere senza contrasto ciò che altrimenti non avrèbbero potuto ottenere. E in fin dei conti non vi è gatto alcuno che non arrivi a contrar le sue nozze, nè deve crèdersi che il nùmero dei gatti costretti a conservare fino alla morte il fiore della verginità sia di molto superiore a quello dei loro padroni. Pertanto se tutti i gatti senza eccezione o in un modo o nell'altro ad onta dei loro sanguinosi contrasti arrìvano ad aver prole, bisogna conclùdere che le vantate battaglie non giòvano al miglioramento della specie per via di selezione. Pare che lo scopo di tali battaglie sia semplicemente da ricercarsi in ciò che il contrasto acuisce gli stìmoli in conseguenza di che le unioni divèntano più facilmente prolìfiche e soddisfanno meglio alle viste della natura.

508. Nei racconti del Gérard, l'uccisore e l'amico dei leoni, trovài che al tempo degli amori accade alcuna volta che un leoncello, inesperto del mondo e troppo confidente di sè stesso, con una baldanza non proporzionata alle proprie forze, volga le sue aspirazioni a qualche leonessa già adocchiata e vagheggiata da un leone adulto. Allora quest' ùltimo fa pagar colla vita a quegli spensierati la loro vanitosa temerità. La vittoria è già assicurata prima della battaglia, e il sagrificio di giovinetti leoni che forse col tempo sarèbbero diventati perfettissimi tipi della loro specie non è una selezione che possa giovare al perfezionamento di questa.

509. È già un fatto grave e deploràbile l'esistenza degli animali carnìvori, ed è a considerarsi come una delle molte naturali imperfezioni dell'uomo la sua fatale partecipazione a questa odiosa qualità. Non v' è nulla che ponga tanto ostàcolo alla mitigazione de' suòi costumi ed al progresso della civiltà quanto la crudele necessità che lo òbbliga a sagrificare alle esigenze del suo stòmaco gli animali che lo avèvano assiduamente e fedelmente servito e che avèvano posta la propria vita sotto la sua tutela. È pur troppo vero che nell'uccisione di questi animali rèstano offesi i sentimenti più rispettàbili dell' ànima umana. Però ad onta di questo fatto di cui più tardi cercheremo di valutar convenientemente il significato, non abbiamo il diritto di calunniar la natura, questa benèvola nostra madre, attribuèndole indebitamente un'insana ferocia, contro l'esistenza della quale tutti gli èsseri viventi altamente protèstano.

La pianta che può trarre direttamente il suo nutrimento dalla materia inorgànica e assimilàrsela, è sotto questo rapporto un èssere costruito più solidamente che gli animali. Questi, ad onta della maggiore complicazione del loro organismo, quanto alla facoltà dell' assimilazione sono màcchine meno potenti, e non vàlgono ad assimilarsi che materiali già elaborati da qualche altro èssere organizzato. Nè per molti basta che la elaborazione orgànica abbia avuto luogo per mezzo dei vegetàbili, ma richièdono materie preparate dagli organismi animali: sortìrono evidentemente la minor forza di facoltà assimilatrice, e dèvono considerarsi, sotto questo rapporto, come màcchine meno perfette. Riconosciamo le imperfezioni degli èsseri viventi dove ci sono ma non ci permettiamo di crearne colla fantasìa dove non ci sono. Esistono forse le prove di questo furore cieco e sfrenato della natura a distrùggere e a sterminare? Quando vediamo un vivente cibarsi di un altro vivente, abbiamo proprio il diritto di dire: ecco che la natura ha fatto l'animale vorace espressamente per distrùggere l'animale innocente? Non si potrebbe invece dire: ecco come la natura ha provveduto con singolar sollecitùdine alla conservazione di tutti gli èsseri viventi preparando a ciascun d' essi la qualità di cibo che più gli riesce confacente? Trattàndosi degli animali erbìvori a nessuno venne in mente di dire che la natura ha creato quegli animali espressamente per recàr danno a quelle piante; perchè dovremmo dir ciò trattàndosi degli animali carnìvori? Guài se dovèssimo persuaderci che lo

esterminio reciproco è negli scopi della natura, è un fatto provvidenziale diretto al progressivo miglioramento degli èsseri viventi! L'uomo che per l'estensione delle sue facoltà può toccare a tutti gli estremi, che è nel tempo stesso il più generoso e il più egoista di tutti gli èsseri esistenti, il più pietoso e il più crudele, il più nòbile e il più vigliacco, che può secondo le circostanze, secondo l'educazione, secondo l'ambiente in cui si trova mostrar la natura dell'àngelo o quella del demonio, troverebbe nella credenza in questione un così potente alimento a' suòi peggiori istinti che dovrebbe finire a confòndere colla virtù ciò che noi chiamiamo libìdine di sangue, ferocia e brutalità. Fortunatamente la natura non ci dà di tali ammaestramenti ed è ben lontana dal mètterci su questa tristìssima via.

810. Al di sopra del fatto doloroso dell'esistenza degli animali carnìvori che la natura non ha potuto evitare, v'è un fatto prominente che dòmina tutti gli altri, e che manifesta come uno spìrito di amore passa, nobilitàndole, traverso alle ànime di tutti gli èsseri senzienti. Quante volte non si è visto nella medèsima gabbia il leone ed il cane congiunti fra loro di una commovente amicizia! Quanta magnànima sofferenza non mostra allora il leone pei difetti del suo dèbole amico! Affamati per sòlito tutt'e due, quando il cane afferra pel primo il cibo che loro si somministra, il leone tòllera ed aspetta, e sì l'uno che l'altro lasciati senza nutrimento rifiuterèbbero di prolungar la vita col sagrifizio del proprio amico. Vidi nel 1851 per le contrade

di Londra una curiosa parodia della pace universale: una gran gabbia era convertita in una specie d'arca di Noè, dove il proprietario aveva introdotto ogni qualità di animali, associando specialmente quelli che per l'indole loro si ritèngono inconciliàbili nemici: v'èrano riuniti il falco e la colomba, il cane e la lepre, il gatto ed il sorcio; e tutti vivèvano rispettàndosi reciprocamente e nella più edificante armonia. Ma se questo fatto si ritenesse di poco valore, potèndosi dubitare che l'amicizia si fosse stabilita per forza e solo per la paura di peggio, ricorderò un altro fatto che non si potrebbe spiegare in tal modo, e che tutti potranno facilmente vedere, come il vidi io, nelle contrade della nostra futura capitale. È noto che nella città di Roma sono frequentissimi gl'immondezzài, che sono così detti quèi luoghi ove vèngono accumulate le immondizie della città: sucidume vergognoso che mi si disse èssere già stato un gran progresso, mentre prima le immondizie abbondàvano in ogni luogo, cosicchè l'intera città, tutta d'un pezzo, pareva un grande immondezzajo. Ora gli immondezzài verso la sera sono il centro di attrazione di molti diversi viventi che vi affluìscono pel medèsimo scopo. Intanto non màncano mai alcuni mìseri cenciosi che col loro bastoncino vòlgono e rivòlgono quel cùmulo d'immondizie nella speranza di poter trovare fra ciò che fu rifiutato da tutti gli altri qualche cosa che possa ancora èssere da loro utilizzato. Insieme a questi tapini v'è qualche cane poco pasciuto che raspa in quelle materie per rinvenirvi un qualche osso, e coi cani

accòrrono in cerca di nutrimento anche i gatti, e fra il cane ed il gatto o fra due gatti vidi pacificamente aggirarsi alcuni sorci, intenti anch'essi alla stessa bisogna. Io stetti molte volte stupito a contemplare questo singolare spettàcolo, che, se per la qualità del teatro e per quella degli attori le bellezze estètiche non abondàvano, era però commovente ed istruttivo in sommo grado. Vèdesi ch'èrano sempre gli stessi individui quelli che ogni sera convenivano sullo stesso immondezzajo, chè altrimenti non si saprebbe intèndere come i sorci passeggiàssero in mezzo ai gatti senza dar segno di alcuna paura, e questi si trovàssero a contatto coi sorci senza provare la tentazione d'impossessàrsene e divorarli. Tutt'altro deve èssere stato il contegno reciproco di quèi commensali quando le prime volte si avvicinàrono al desco comune avanti d'avere stretto fra loro amichèvole conoscenza, ma bastò il vedersi frequentemente, il ritrovarsi abitualmente al medèsimo convegno perchè l'affetto vincesse la naturale avversione, e mostrasse come nelle ànime senzienti la legge che li trae ad amarsi sia prevalente ad ogni istinto.

511. Abbiamo visto come sia stato preordinato dalla natura in qualche raro caso lo stato di guerra, e come numerose famiglie di animali siano state destinate a vìvere di caccia; ma non abbiam mai potuto rilevare alcun caso nel quale milioni di èsseri lavòrino ad esterminarsi affinchè il contrastato cibo resti ai pochi supèrstiti. Le nùvole di locuste non si distrùggono fra loro ma soccòmbono d'inanizione dopo aver fatto passare

attraverso al loro stòmaco tutto ciò che era suscettìbile d'èssere divorato. Ma questo caso di straordinaria moltiplicazione, anche nelle locuste, è affatto eccezionale e per la sua stessa natura necessariamente transitorio. Per sòlito, non essendo il loro nùmero sproporzionato ai mezzi di alimentazione, vìvono anch'esse nei loro paesi senza troppo stento e affatto tranquille come ogni altro animale, e quando l'eccessiva moltiplicazione ha avuto luogo sono soggette a pagar colla vita l'errore d'aritmètica commesso. D'altronde il caso è così raro che noi i quali aspiriamo ad imitarlo, che lavoriamo continuamente a rimòvere tutti gli ostàcoli che c'impedìscono di moltiplicare oltre ogni misura, noi che abbiamo la pretesa di voler coprire colla nostra progenie tutta la superficie della terra, siamo ancora ben lontani dal raggiùngere lo scopo e forse ne saremo provvidamente sempre impediti.

512. La conclusione si è che la famosa lotta per la vita ridùcesi in ùltima anàlisi alla necessità in cui fùrono posti gli animali d'impiegare una gran parte delle attività a procacciarsi il nutrimento perchè, non essendo offerto dalla natura con una larghezza sovrabbondante, bisogna ch'essi ne fàcciano ricerca e se lo guadàgnino. Ciò può èssere ed è una sorgente di molti mali per gli èsseri senzienti, ma pure senza questo stìmolo che tiene continuamente rideste tutte le facoltà degli animali, e che presenta ad essi uno scopo di suprema importanza il quale, per quante volte si raggiunga, si è sempre da capo nel doverlo di nuovo conseguire, non

si saprebbe nemmeno immaginare che cosa sarebbe la vita della maggior parte degli animali. I pochi uòmini privilegiati che vivono in mezzo all'abbondanza ed alla sazietà hanno la risorsa di crearsi mille bisogni fittizj ed il vantaggio di potersi abbandonare in preda ai sogni della fantasìa ed alle delizie dei lavori intellettuali; ma questo gènere di attività per occupare gli ozj della vita pare che non possa èssere esercitato fuorchè da pochìssimi animali, e però tolta a questi l'occupazione assidua, persistente, di dover provvedere alla propria alimentazione giacerèbbero intorpiditi e vivrèbbero senza quasi accòrgersi d'èssere vivi. E così questa lotta per l'esistenza, fuorchè in alcuni casi eccezionali, tutt'altro che formar la disperazione degli èsseri viventi, è ciò che fa ad essi sentire e gustare la vita, è ciò che negli uòmini santìfica il lavoro, è ciò che mette in risalto tutte le variate e brillanti facoltà degli animali.

Articolo V.

L'òrdine nell'universo.

Che cosa è l'òrdine nell' universo e perchè vi deve èssera — Corrispondenze necessarie delle diverse parti di un solo tutto — Non è credibile che quelle corrispondenze si siano stabilite a poco a poco in conseguenza di sèmplici accidentalità — Come e fra quali limiti possa andar soggetta ad alterarsi la perfetta e necessaria armonia dei rapporti originarj — In qual modo gli èsseri viventi e specialmente l'uomo resistono all' alterazione dei rapporti primitivi e ne ristabiliscono l'armonia — Come nacque nella nostra mente l'erroneo concetto dei disòrdini nell'universo.

513. L'òrdine nell'universo è una necessità, i disòrdini non sono che apparenze. La prima parte di questa proposizione è una conseguenza del fatto generalmente ammesso che l' universo costituisce un solo tutto, una vera unità; e la seconda parte trova la sua spiegazione nel fatto indiscutìbile che noi non possiamo elevarci fino alla contemplazione, nel suo complesso, di quella grande unità, e che siamo costretti a rivòlgere la nostra attenzione soltanto sopra qualche frammento isolato, come se fosse distaccato dal tutto a cui indissolubilmente appartiene. Affinchè tutti i frammenti convèngano perfettamente al tutto di cui fanno parte, dèvono anche fra loro tenere numerosi e stretti rapporti di convenienza, nel che appunto consiste ciò che noi siamo sòliti a chiamare l'*òrdine nell' universo.* Ciascun èssere trova in sè stesso gli stromenti e fuor di sè i materiali opportuni a dar soddisfazione a tutte le sue necessità.

E noi diciamo spesso stupefatti: quanto è stata pròvvida e sapiente la natura nel moltiplicare gli artifizj e i congegni affinchè non vi fosse facoltà che non trovasse il mezzo di esercitarsi, nè vi fosse bisogno che non trovasse maniera di venir soddisfatto! Nulla di più miràbile che l'armonìa e l'òrdine che règnano nell'universo! Eppure tutto quest'òrdine discende dal principio superiormente ricordato in un modo tanto necessario che la sua mancanza sarebbe un assurdo, e noi faremmo bene a riserbare il nostro stupore per quèi casi eccezionalì nei quali le apparenze potrèbbero farci crèdere ch'esso fosse in difetto.

514. Il seguente esempio, quantunque un po' grossolano, varrà a far meglio comprèndere il mio concetto.

Immaginiamo una sfera di materia fràgile la quale siasi spezzata in mille frammenti, tutti diretti dalla superficie verso il centro dove si distaccàrono da un nucleo che lasciàrono intatto. Avremo sott' occhio, oltre al detto nucleo, un gran nùmero di tronchi di piràmide con una base appartenente ad una stessa superficie sfèrica e l'altra base affatto irregolare, come pure irregolari nei modi i più svariati le superficie delle faccie laterali. Qual maraviglia che questi varj cunei di forma così diversa convèngano tutti esattamente in un caràttere comune, quello d'avere una faccia d'idèntica natura! Ricordando l'origine di questi frammenti ogni maraviglia sparisce e dovremmo maravigliarci che la cosa fosse altrimenti. Maggior maraviglia saremmo inclinati a giudicare quest'altra: una di quelle piràmidi per es. ha

venti facce laterali che sono tutte foggiate diversamente nei modi i più strani e i più bizzarri; eppure se cerchiamo fra gli altri frammenti non mancheremo di trovarne una ventina, ciascuno dei quali ha una faccia così bizzarramente foggiata da potersi esattamente adattare ad una delle venti facce di quel frammento che abbiamo preso a considerare. Ma anche di questa maraviglia sparisce ogni prestigio per chi non ne ha dimenticato l'orìgine e ne conosce la necessità. E che cosa diremo del nucleo che tiene stretti rapporti con tutti indistintamente i varj pezzi in cui fu divisa la sfera? Tutta quanta la sfera di cui non era che una pìccola parte è messa da lui a contribuzione per annidare convenientemente tutte le sue sporgenze, e riempire esattamente i vacui di tutte le sue cavità. Eppure tutte queste moltèplici e svariatissime esigenze tròvano perfettamente il modo di venir soddisfatte. Come ne stupiremmo se non ricordàssimo l'orìgine di quel nucleo e non riconoscèssimo l'inevitàbile necessità di tutti gli accennati rapporti!

515. L'uomo tròvasi un po' nel caso del detto nucleo. Pei molti e svariati rapporti ch'ei tiene col mondo esteriore par che voglia mèttere tutto l'universo a contribuzione e quasi si direbbe che l'universo fosse fatto per lui. Il suo occhio domanda la luce, e la luce risponde all'appello: i suòi polmoni suppòngono l'esistenza dell'aria atmosfèrica e l'atmosfera esiste quale è richiesta da' suòi polmoni, e così di sèguito. Tali rapporti ci rièmpiono di maraviglia, e ciò perchè noi

non conosciamo i veri punti di contatto che nell' universo tèngono i polmoni coll'aria e l'occhio colla luce: se noi sapèssimo qual parte esercitò la luce nèlla prima formazione dell'occhio, e qual parte ha esercitato l'aria atmosfèrica nella prima modellazione dei polmoni, cesserebbe ogni nostra maraviglia, e intenderemmo nel tempo stesso la ragione e la necessità di quèi rapporti.

L' aforismo che in natura non vi sono salti deve èssere considerato come una verità quando gli si dia il significato che ciascun frammento costitutivo dell' universo deve trovare il suo posto nel tutto per modo che tra lo stesso e gli altri frammenti con cui confina debba esìstere la più perfetta continuità. E però se le varie cose esistenti nel mondo hanno fra loro strettìssimi rapporti non è già perchè tra loro molto si rassomìglino ma perchè invece reciprocamente si convèngono. Così per es. sebbene vi sia assài maggior rassomiglianza tra due fiumi diversi che non tra un fiume e il proprio alveo, v'è fra questi una convenienza maggiore che fra quelli: così in una specie qualunque il maschio e la fèmmina hanno fra loro assài maggiori rapporti di convenienza che non ne àbbiano due maschi ovvero due fèmmine, sebbene le rassomiglianze sìano assài più grandi. Non vi è nessuna rassomiglianza fra l'occhio e la luce, eppure vi sono fra loro grandissimi rapporti di convenienza; non v' è somiglianza ma convenienza fra la probòscide dell' ape e la corolla dei fiori dove essa va facendo bottino di miele; non v'è somiglianza ma convenienza fra l'aria e i polmoni,

Tutte queste misteriose convenienze che ci colpìscono di tanta maraviglia specialmente nei corpi organizzati dove sono in singolar modo moltèplici e avviluppate non si potranno spiegare finchè non sarà messo allo scoperto il modo tenuto dalla natura nella prima formazione degli èsseri stessi.

516. Ora noi ci metteremmo affatto fuori di strada se per rèndere ragione di quèi rapporti cominciàssimo dal negarne la necessità originaria, ed immaginàssimo che avèssero potuto stabilirsi a poco a poco per una serie consecutiva di fortunate accidentalità accumulate da una sola delle parti che si sforzò di conformarsi alle esigenze cieche e fatali dell'altra parte, la quale rimase sempre impassìbile e nulla fece dal suo lato per amichevolmente ajutarla.

A questo modo si rinnega l' unità dell' universo e si consìdera ciascun frammento come un corpo perduto nello spazio senza alcun rapporto necessario con quelli da cui si trova circondato. È uno sconòscere la natura, è un supporre che il grande organismo dell'universo sia un complesso di ruote di diversa grandezza che gìrino l'una accanto all'altra con diverse velocità, cosicchè le più robuste e le più veloci sìano destinate a guastar le vicine più dèboli e più lente; e che solo qualcuna di queste arrivi a sfuggir la ruina a condizione che si adatti a variare la propria velocità e il nùmero dei proprj denti in modo da ingranare con alcuna delle potenti vicine, e finisca col poter muòversi d' accordo con essa.

L' ipòtesi del Darwin non è che un' ingegnosa ed ardita applicazione dell'esposto concetto.

517. Ora che conosciamo qual'è la sorgente dei numerosi e avviluppati vìncoli che stringono fra loro gli oggetti più disparati dell'universo, dobbiamo considerare che tutte le parti di questo sono in preda a moti svariatì e intralciatìssimi, i quali, quantunque provèngano da una sorgente comune, pure col discostarsi da essa andàrono sempre più acquistando caràtteri proprj e distinti, cosicchè mentre molti sono cospiranti, ed altri indipendenti, molti apparìscano discordi e sono fra loro in collisione. E ciò ne fa conòscere come i mutui rapporti dèbbano andar continuamente modificàndosi. Anche quì cercherò di rischiarare il mio concetto con un esempio.

518. Il moto di rotazione della terra pone tutte le sue varie radici in quella forza attrattiva che costantemente si esèrcita fra le molècole materiali, ond' è che se la materia terrestre avesse a dissociarsi cesserebbe nella terra il moto di rotazione, e le molècole che la costituìvano, indipendenti l'una dall'altra, riprodurrèbbero l'originario anello di atmosfera solare, non dotato d' altro movimento che quello di circolazione intorno al sole. Il moto incessante delle acque dei fiumi, in virtù del quale esse càdono senza pòsa dai luoghi più alti verso i più bassi, finchè non vanno a raccògliersi nel grembo del mare, è anch' esso una conseguenza dell' attrazione. L'acqua del fiume tende a scèndere al mare per la linea della più fàcile caduta che quando

fosse anche la linea più breve sarebbe la più naturale di tutte. Supponiamo che l'alveo d'un fiume discendente dal nostro polo verso l'equatore sia proprio foggiato secondo quella linea la quale alle tendenze del fiume più perfettamente conviene. Parrebbe che al fiume fòssero preparate tutte le migliori comodità per poter pienamente soddisfare alle proprie esigenze e ch'esso dovesse vòlgersi nel suo letto trionfalmente senza pigliarsi altre cure. Ma ciò non avviene. Le acque del fiume sono disturbate nel loro moto dalla rotazione della terra, ed esse reagìscono e si accàlcano contro la riva destra e la percuòtono e tèntano di abbàtterla. Ed a che mira tutto questo lavorìo delle molècole d' acqua contro le rive del fiume? Pare che ciascuna molècola siasi prefisso lo scopo di arrestare la terra, e poichè il moto di questa, rispetto al fiume, si compie da destra a sinistra, così la molècola d' acqua durante tutto il suo cammino dà continuamente di cozzo contro la riva destra. Davvero è un grandioso còmpito quello che la molècola si è imposto, e par molto sproporzionato alla piccolezza della sua forza. La molècola lavora finchè si perde nel mare senza aver prodotto alcun effetto sensìbile, ma essa non travaglia isolata: tutte quelle che le succèdono l'ajùtano nella sua impresa, e poichè nel fiume ad ogni istante sono in movimento miliardi e miliardi di molècole che tutte prèstano mano all'òpera gigantesca, e poichè il fiume non è solo al lavoro ma è ajutato da moltissimi altri fiumi, e poichè i fiumi scòrrono incessantemente per un nùmero assài grande

di sècoli, avviene che tutto quell'immenso nùmero di pìccoli urti continuamente ripetuti e tutti cospiranti arrivano accumulàndosi a produrre un effetto percettìbile, e a rallentare sensibilmente il moto della terra. E se il giuoco di queste forze dovesse continuar sempre nello stesso modo senza alcun lìmite di tempo, verrebbe il giorno in cui la terra sarebbe arrestata, e i fiumi avrèbbero vinta la prova. È vero che i fiumi, i quali scòrrono dall'equatore verso i poli, lavòrano in senso contrario e tèndono a rinvigorire la rotazione, ma essendo in minoranza, diminuiscono bensì l'effetto degli altri ma non lo impediscono.

519. A molte importànti considerazioni può dar luogo l'esempio narrato. Abbiamo intanto veduto èssere in collisione due movimenti che tràssero la loro origine dalla medèsima fonte; e abbiam veduto altresì come una minima forza si misurasse con una forza colossale e come, rinnovando sempre gli attacchi e non stancàndosi mai, potesse giùngere a poco a poco a prevalere. E siccome la natura, sotto apparenze mutate, ama continuamente ripètersi, così il medèsimo fatto si vede riprodotto sotto le forme più varie in mille modi diversi, e vorrèi dire che il caso delle molècole d'acqua combattenti contro il moto della terra si rinnova anche sopra di noi. E infatti che facciamo noi sulla terra? Noi molècole del fiume dell'umanità, a milioni e milioni c'incalziamo, ci succediamo sulla terra, sempre agitati da un istinto che ci porta a cercare una perfezione che mai non possiamo raggiùngere. Anche noi

per avanzare nella civiltà combattiamo continuamente contro ostàcoli che sèmbrano irremovìbili e diam di cozzo ad un baluardo che mai non cede. Una generazione scomparisce lasciando a presso a poco sulla terra lo stato di civiltà che vi ha trovato nascendo, e pur troppo al di sotto delle pompose parole suggerite a noi dalla nostra vanità, appare il fatto doloroso che dai tempi stòrici più antichi fino a noi, cioè dai tempi in cui fiorìvano i Re di Babilonia e i Faraoni d'Egitto fino a quello in cui si fa una seria questione del potere temporale del Papa, non è gran fatto significante il cammino percorso dall'umanità nella via del progresso civile. Ma ciò non deve scoraggiarci: anche il lavoro dell'acqua in tutto il detto tempo non valse a rallentare il moto della terra nemmeno d'un minuto secondo: egli è soltanto col lungo insìstere che si conseguisce la vittoria. Hanno lavorato senza sensìbile profitto le generazioni che ci precedèttero; ora lavoriamo noi e non pretendiamo tutto ad un tratto di far profitti maggiori, poi lavoreranno le generazioni venture, e solo il lavoro lungamente accumulato potrà far fruttificare la pianta che fu inaffiata dai sudori di mille generazioni e si fortificò coi dolori di tutta l'umanità.

520. Ora ritornando sul conflitto tra il movimento dei fiumi e la rotazione della terra, osserveremo che l'acqua del fiume in virtù della nuova influenza a cui è sottoposta, invece di camminar dirittamente verso il mare, come avrebbe fatto senz'essa, modifica il proprio corso, preme verso la destra e tende ad aprirsi una

nuova via girando verso quella parte intorno al punto di origine. Ma per aprirsi la via bisogna che demolisca la riva che le fa resistenza, ed anche questo risultato a poco a poco più o meno perfettamente essa ottiene, cosicchè effettivamente succede che tutti i fiumi del nostro emisfero càmbiano di mano in mano il loro corso portàndosi sempre più verso la destra, mentre per la stessa ragione quelli dell'altro emisfero si spòstano verso la loro sinistra che nell'un caso e nell'altro è la parte occidentale per quelli che vanno di mano in mano recàndosi verso latitùdini minori. Pertanto esistendo sulla terra una cagione che tende a turbare lo stato naturale e normale del corso dei fiumi, avviene che questi dapprima modificano sè stessi, e poi travàgliano a modificare la riva per adattarla ai loro nuovi bisogni, e così avviene che non mutàndosi mai l'uno nell'altro, ma conservando sempre il loro aspetto generale e la loro primiera individualità, un po' per la loro passiva arrendevolezza, un po' per l'attività che spiègano contro gli ostàcoli, tròvano il modo di conformarsi alle esigenze della loro nuova posizione.

In questi giuochi di reciproche adattabilità che nel mondo in movimento si verìficano sempre e da per tutto, succede o che le parti pòssono prestarsi e allora anche dopo il fatto consèrvano i loro caràtteri originarj, o succede che non si pòssono prestare e allora periscono, cioè di loro non resta più che la materia tutta sconnessa di cui non v'è più alcun èssere individuale che raccolga l'intera eredità.

521. Tutti gli èsseri viventi, stante la diuturna esistenza delle loro specie, si dèvono trovare bene spesso a contrasto cogli elementi da cui sono circondati, sia perchè la tendenza naturale d'ogni specie ad espàndersi può riuscire a mètterle in collisione fra loro, ed obbligarle a combàttersi per l'esistenza; eventualità che sebbene possìbile è tutt'altro che un fatto necessario e generale sovra di cui si possa edificare l'intera teorìa della trasformazione delle specie; sia perchè molti movimenti accàdono nel mondo fuor d' ogni dipendenza dai moti proprj delle specie viventi. In tutti questi casi le specie viventi combàttono allo scopo di conservare la loro propria individualità e non per pèrderla o per mutarla con altre che noi diciamo più perfette. A durar nella lotta bisogna che si vàlgano di quel tanto che possèggono di arrendevolezza onde, piegàndosi, ammorzar possibilmente l'urto delle circostanze nemiche, e bisogna inoltre che si vàlgano dell'altra facoltà che possèdono di modificare fra determinati lìmiti in un modo attivo gli elementi istessi che a loro fan guerra, onde rintuzzarne gli attacchi e rènderli meno offensivi.

Finchè per questa doppia attitùdine che le specie possèdono o di modificare sè stesse secondo le esigenze del mondo esteriore o di modificare il mondo esteriore a norma dei proprj bisogni, esse pòssono conservare le qualità essenziali e caratterìstiche della propria individualità, vìvono in lotta ma vìvono, mentre invece se a sostener la lotta dèvono uscir dai detti lìmiti, piuttosto che cambiar di natura si spèzzano e sopraffatte si spèngono.

Noi che tra gli èsseri viventi ci distinguiamo anche per ciò che dell'accennata doppia attitùdine siamo provvéduti in grado eminente, possiamo più di qualunque altro resìstere a circostanze variatìssime e minacciose. Per l'insigne nostra arrendevolezza abbiamo potuto diffònderci su tutta la superficie della terra ed adattarci a vivere nelle condizioni di clima le più disparate, e d'altra parte, per accrèscere a noi la sicurezza e tògliere gli ostàcoli alla nostra espansione, abbiamo fatto larghìssimo uso della potente attitùdine che possediamo di modificare secondo i nostri bisogni ciò che sta fuori di noi. Essèndoci assài moltiplicati, onde provvedere al nostro nutrimento, non ci siamo accontentati, come gli altri animali, di quanto la natura spontaneamente ci offre. Bei campi ricchi d'erbe e di fiori, maestose selve coperte di piante secolari dovèttero, per voler nostro, cèdere il luogo al gràcile e monòtono stelo produttore della spica del frumento. Molti animali fùrono allontanati dai luoghi di nostra residenza, fabbricammo gli àbiti e le case per ripararci dal freddo e dalle intemperie, e coll'uso del fuoco e con mille stupende invenzioni cercammo di domar la natura e di rènderla dòcile ed obbediente ai nostri voleri.

322. Le difficili cose che l'uomo seppe operare onde migliorar la propria condizione fanno altamente rifùlgere l'eccellenza delle sue qualità; ma s'egli non avesse saputo siffattamente ajutarsi, in qual misèrrima condizione non lo avrebbe la natura lasciato! E la necessità di quella vìgile e continua tutela di sè stesso che forma

la sua gloria forma ben anche il suo martirio. Egli continuamente lascia intravveder la pretesa che la natura avesse dovuto prestarsi a rènder paghe tutte le sue aspirazioni e ad allontare tutto ciò che gli spiace; e sdegnoso di morire e insofferente del male e dei dolori, corre fàcile alle accuse, le dà spesso il nome di spietata matrigna, e guardando le cose dal meschino punto di vista del suo egoismo, tutto ciò che gli spiace chiama disòrdine, e crede che la màcchina dell'universo o non sia mai stata perfetta od abbia dovuto guastarsi.

Quanto sìmili giudizj sìano destituiti di fondamento, potrà vedersi nei due Artìcoli seguenti, dove cercheremo di fare una più ìntima conoscenza con questi spauracchi dell'uomo e di mètterne in chiaro il giusto significato.

Prenderemo a considerare le diverse categorìe di mali e a valutarli non secondo ciò che l'uomo ama far crèdere che sìano, ma secondo ciò che realmente sono nell'ìntimo dell'ànimo suo: vedremo che i nostri mali provèngono da due sorgenti diverse; ora sono ciò che manca ai beni largìtici dalla natura acciocchè fòssero beni perfetti, e in questo caso dimostreremo che la somma dei beni dàtici è di gran lunga superiore alla somma dei mali che ne derivano; ora sono la conseguenza di cattive istituzioni sociali, e in questo caso pur troppo dovremo confessare che la somma dei mali procuràtici sùpera di gran lunga la somma dei beni.

Articolo VI.

Mali provenienti dalla precarietà della vita.

È egli possibile che in natura vi siano potenze nemiche dell'uomo? — D'onde provenne questa credenza — Il dono della vita è amareggiato dalla certezza di doverla pèrdere — Illusioni dell'uomo circa la possibilità di non perire — Assurdità di una vita senza fine — Insopportabilità di una tal vita — Mitigazioni poste dalla natura al male di dover morire — Gli animali, fatte poche eccezioni, non si preoccùpano della morte e muòjono senza dolore — L' uomo potrebbe fare altrettanto qualora il volesse — È solo perchè la vita è un bene grandissimo che a noi pare un gran male la morte — Anche guardando le cose a modo nostro siamo obbligati ad ammèttere che il bene sùpera il male — La pèrdita delle persone care.

523. L' uomo prendendo a centro dell' universo il proprio individuo e fabbricàndosi una natura tutta ed esclusivamente occupata di lui, non sa capacitarsi di avere aspirazioni che non siano soddisfatte, desiderj che rimàngano inesauditi. I patimenti a cui va soggetto gli sèmbrano ingiurie, la morte un' indegnità, i dolori morali immeritate punizioni, le colpe e i delitti un mistero inesplicàbile. Gli pare che la natura gli si sia ribellata, gli sia divenuta nemica, abbia preso a perseguitarlo. E in mezzo al continuo piagnistèo per l' infinita copia di mali di cui la misera umanità si crede tribolata, nella coscienza di molti pòpoli prese seriamente radice l' opinione che l' uomo fosse in balìa di potenze nemiche, le quali gli movèssero continua guerra e avèssero interesse a trascinarlo al male e a farlo soffrire. Arimane presso gli antichi Persi era la personificazione

di queste potenze malèfiche, come lo è il demonio nella credenza delle popolazioni cristiane. Fu a quella fonte che si coniàrono i miti dei giganti ribellàtisi agli Dei, e degli uòmini affaccendati alla costruzione della gran torre di Babele. E la detta persuasione talmente si dilatò nella mente degli uòmini che non fu soltanto materia di leggende e di poesìa, ma venne apertamente professata da molti filòsofi, ed accettata persino da varj cultori delle scienze naturali. Ora io domando: è egli possibile che esistano in natura potenze nemiche dell'uomo, e che vi siano fatti i quali pòssano ragionevolmente condurci ad una tale credenza?

524. L'uomo è uno dei più miràbili prodotti delle forze naturali, e per certo tutte quelle che prèsero parte alla sua formazione, dèvono esercitare azioni in perfetta corrispondenza co' suòi bisogni, e quindi dèvono èssere necessariamente a lui legate per mezzo di rapporti benèfici: quelle che alla sua formazione rimàsero estranee non pòssono avere con lui rapporto alcuno necessario, e quindi non può èssere che per accidente se qualche volta favoriscono il suo ben èssere, o qualche volta lo contràriano. Fin qui nella natura abbiam riconosciuto gli amici e gl'indifferenti, ma non abbiamo discoperto alcun nemico. Vedremo più avanti come l'uomo sia stato indotto a immaginare nemici che non ci sono, e come nel fabbricarsi malanni sia stato talmente ingegnoso da far scaturire le sue maggiori infelicità dai beni più grandi di cui gli è stata pròdiga la natura. Ogni bene che la natura gli fece gustare destò in lui la

cupidigia di un bene maggiore, e questa incontentabilità che gli fu data affinchè le sue facoltà fòssero sempre deste ed attive, è anche il vaso di Pandora di quasi tutti i suòi mali. E ciò apparirà più chiaramente scendendo a prèndere in considerazione i casi particolari.

525. Non si può mèttere in dubbio che il bene a cui l'uomo attacca il pregio maggiore, quello che è la condizione indispensàbile pel godimento di ogni altro bene, sia il possedimento stesso della vita. L' uomo generalmente parlando vi è sommamente attaccato, e piacèndogli il vìvere abborre la morte. La morte è adunque considerata da lui come un gran male, anzi il màssimo dei mali; e siccome la morte è indeprecàbile e deve necessariamente colpire tutti gli èsseri che èbbero in dono la vita, così avviene che il più grande beneficio impartìtoci dalla natura resta per noi amareggiato dalla sua inseparabilità col più grande dei mali. Ecco pertanto che l' uomo tosto che comincia a conòscere la vita ed a gustarne le dolcezze, comincia ad accorarsi per la certezza di pèrderla, e nella sua mente il bene della vita si mèscola sùbito col male della sua brevità, e non si mostra contento del dono perchè non gli è assicurato per un tempo maggiore, anzi perchè, una volta dato, pretenderebbe che non gli fosse più ritolto.

526. All'uomo parve sì grande ingiuria l'èssere condannato a morire che non ha mai potuto rassegnàrvisi interamente. Anzi ha dominato la credenza, e quà e là serpeggia ancora, che la cosa fosse fuori dell'òrdine naturale, cosicchè in orìgine l'uomo fosse stato fabbricato

immortale, e che solo più tardi egli, male usando della propria libertà, sia decaduto dal suo naturale diritto. E se questo non basta a dimostrare quanto sia viva e radicata nell'uomo l'aspirazione a vìver sempre, aggiungerò che non tutti crèdono alla realtà della morte, chè anzi moltìssimi vi sono i quali pènsano che l' uomo non sia soggetto a morire e che dopo aver dovuto subire quel fatto doloroso che volgarmente appèllasi morte, a dirla col Giusti, ci sia più vivo che prima. Io per non entrare in un campo affatto estraneo a tutti i mièi studj, non mi fermerò a discùtere i fondamenti di una tale opinione, solo dirò che se davvero fòssimo immortali, avremmo gran torto di lagnarci di dover morire, ed uno dei mali che più contrìstano l' umanità sarebbe radiato dalla lista dei mali. Farò per altro osservare che anche ripudiando quell' opinione e credendo che colla morte si muoja davvero, abbiamo un torto inescusàbile di lamentarci perpetuamente di questo nostro destino, il che apparirà evidente per poco che si voglia portare la propria attenzione sulle considerazioni seguenti.

527 Non possiamo accagionar la natura di non averci fatti immortali, perchè i fenòmeni sono tutti necessariamente fugaci, perchè tutto ciò che ha principio non è possìbile che non abbia la fine, perchè la vita immortale e il moto perpetuo sono due assurdi della stessa ìndole e della medèsima forza. Vèdesi che la caducità della nostra vita tutt'altro che accusare un disòrdine nell'universo, entra perfettamente nell'òrdine;

ed è certo che il fare diversamente, quand'anche fosse stato nelle intenzioni della natura, non sarebbe stato nelle sue possibilità.

528. Del resto se invece di dover morire fòssimo destinati a vivere perpetuamente, cesseremmo noi dalle nostre lagnanze, saremmo davvero persuasi d'aver migliorata la nostra condizione? Se vi ha qualcuno che non si spaventi dell' eternità della vita egli è perchè non ci ha pensato abbastanza. Chi ben rifletta, facilmente si persuaderà non potersi immaginare più insopportàbile supplizio che quello di una vita senza fine, quantunque la si supponesse rallegrata da una perpetua giovinezza e da tutti i beni della fortuna. Può èssere giustificato il desiderio di una vita più lunga, ma in ogni modo è indubitabilmente un bene ch'essa non sia tanto lunga che dia luogo a far sentire la molestia della sazietà. Se il vivere ed il morire si lasciasse facoltativo, sarebbe curioso il conòscere fin dove si spingerebbe la pazienza umana nel sopportare la vita. Uno dei motivi che più fortemente ad essa ci attàccano è la certezza di doverla pèrdere, è la conoscenza della sua brevità. Ad onta di queste attrattive molti pur sono a cui il breve periodo della vita par già troppo lungo e lo accòrciano col suicidio. Se la durata media della stessa fosse portata a duecento anni di quanto si aumenterebbe il nùmero dei suicidi? E se fosse portata a trecento anni od a mille o a diecimila quanti resisterèbbero, e infine se la durata della vita fosse affatto facoltativa, fino a qual lìmite di tempo il più paziente degli

uòmini persisterebbe a conservare la propria esistenza? Sono domande a cui màncano i dati per dare una ben determinata risposta, ma però si ha la certezza che dentro un dato periodo di tempo, forse lunghissimo ma limitato, tutto il gènere umano diventerebbe necessariamente suicida. Il che dimostra come la cessazione dell'esistenza sia una necessità ed un bene tanto nell'òrdine fisico quanto nell'òrdine morale.

529. La natura fu costretta a condannare tutti i viventi senza eccezione alla pena di morte; ma questa pena com'essa la infligge è, generalmente parlando, scevra di pene e là condanna non è una condanna. Per sòlito gli animali quand'anche sèrvano di pasto ad altri animali, muòjono inconsci di morire, senza spàsimi e senza pene, come nàscono inconsci di nàscere senza gioje e senza diletti. Ed è proprio così che come il nàscere non è un bene per sè stesso ma lo diventa pei diletti di cui è piena la vita, così la morte non è un male per sè stessa ma è soggetta a diventarlo pei dòlori da cui può èssere preceduta. Senza questi dolori che, nella gran maggioranza dei casi delle morti degli animali, màncano interamente, la morte è un fatto naturale inevitàbile del quale non abbiamo ragione alcuna di rammaricarci.

530. Fatta astrazione degli uòmini quanti sono i viventi che dimòstrano d'aver cognizione della morte e di preoccupàrsene? Quasi tutti gli animali conòscono il dolore e ne hanno paura ed ùsano arti particolari e molta avvedutezza nel sottrarsi alle càuse che pòssono

ad essi procurarlo, ma non si può dire altrettanto trattàndosi della morte. Per sentir paura della morte, oltre ad averne la nozione, bisogna èssere dotati di una maggior dose d'immaginazione di quella che sembra posseduta dalla maggior parte degli animali. Il cane che tanto si accora per la morte del suo padrone non dà segni molto manifesti di preoccuparsi di una tale eventualità per ciò che concerne lui stesso. Per altro è un fatto che il cane, il cavallo e la capra, se tròvansi presenti alla macellazione di qualche bestia, si mòstrano sgomentati e atterriti e cèrcano di fuggire: alcuni anzi conòscono da lontano gli ammazzatòi e tèntano di mutar strada onde scansarli. Qualche volta il bue stesso ed il majale al vedere nelle macellerie tanti pezzi di carne attaccati ad uncini si accòrgono che l'ambiente è poco propizio e mòstrano ad entrarvi la più grande ritrosìa. Si dice che l'allòdola per sfuggire agli artigli del falco si metta qualche volta spontaneamente sotto l'infida protezione dell'uomo. D'altra parte i polli che pure hanno l'intendimento assài sviluppato vèdonsi assistere impassìbili e senza dar segno della più pìccola apprensione al cùmulo di strazj che il cuoco fa subire spietatamente ai loro confratelli prima di gettarne i cadàveri nella pèntola che li attende.

531. In tutto il regno animale è soltanto in noi che si tròvano accumulati in alto grado tutti i requisiti valèvoli a rènder paurosa la morte, cioè conoscenza della sua inevitabilità, amore immenso alla vita, immaginazione fèrvida e spesso sbrigliata; pure anche presso di

noi sono in grandissima maggioranza i casi nei quali la morte arriva impensata senza recare alla sua vittima nè rammàrichi, nè dolori. Fuor che negli uòmini pertanto il così detto terrore della morte può ritenersi come un sentimento pressochè sconosciuto. Ed avremmo formolata questa proposizione anche più risolutamente se non ci restasse il dubbio che gli animali degli òrdini superiori, avèndone qualche conoscenza, pòssano èsserne spaventati in quèi rarìssimi casi in cui la vèdono imminente e inevitàbile. Il Gérard racconta che il leone quando va a far la provvista dei vìveri per la sua compagna trattenuta a domicilio per le cure della famiglia, se riesce a far sviare un vitello dalla mandra, lo guida vivente e incòlume qualche volta per lunghìssimo tratto fino al proprio covile. In questo caso il disgraziato vitello fa mille tentativi inùtili per elùdere la sorveglianza del suo terribile conduttore ed uscirgli dalle ugne, e dà segni manifesti d'èssere in preda a un disperato terrore. Un caso sìmile e assài più comune deve èssere quello del sorcio quando càpita in bocca ad un gatto che prima di ucciderlo e divorarlo si diverta a farlo saltellare e a ridonargli ripetutamente la libertà pel piacere di tornarlo a ghermire. Ma questi, come si vede, sono casi affatto eccezionali: la règola generale si è che la natura non avendo potuto sottrarre i viventi alla necessità della morte, ha cercato con cura pietosa di allontanare da questa tutto ciò che avrebbe potuto rènderla spaventèvole o dolorosa. Noi pur troppo abbiamo avuto l'infelice talento di peggiorare la nostra

condizione adottando pràtiche insensate in virtù delle quali v' è qualcuno che s' incàrica di recare al pòvero moriente l'annuncio ferale della sua pròssima fine, suscitàndogli il raccapriccio nell' ànima e la disperazione nel cuore. Ma di ciò non dobbiamo addebitar la natura e noi che abbiamo fatto il male possiamo e dobbiamo adoperarci per mèttervi riparo.

552. Noi c' indegniamo di dover pèrdere la vita e tutto ci pare offesa ciò che a questo fatale avvenimento ci predispone, cosicchè sempre ci quereliamo qualunque sia la forma sotto della quale esso minacci di colpirci. Il gióvine si lagna quando teme di non toccar gli anni della vecchiezza e di dover morire innanzi tempo, il vecchio si lagna perchè è condannato ad èssere spettatore del proprio progressivo disfacimento, e con questo coro di vane e contradditorie querimonie noi non facciamo che far sempre più risaltare la verità che la vita è stata un dono ben prezioso se è tanto grande il dolore di pèrderla. E poichè questo dono ci venne fatto gratuitamente, pare che dovremmo èssere giulivi e riconoscenti d'averlo ricevuto e non tristi e ringhiosi perchè non ci fu garantito per un tempo maggiore. Dunque se la morte è un male inevitàbile, la vita è un bene tanto grande che di quel male ci compensa largamente; e non si può mèttere in dubbio che la natura avèndoci data la vita colla condizione di doverla pèrdere non ci abbia fatto assài più bene che male.

553. Se noi sapèssimo guardar le òpere della natura da un punto di vista tanto elevato che si potèssero

comprèndere i veri rapporti onde sono fra loro collegate è certo che il bene ci apparirebbe da per tutto e il male in nessun luogo; ma guardàndole come facciam noi al lume scarso della nostra ragione e dal punto di vista dei nostri interessi, dovremmo già essere contenti se trovàssimo che i mali e i beni si bilànciano fra loro. Invece abbiamo difficoltà a dichiararci soddisfatti quantunque non ci apparisca nella natura male alcuno che non si trovi accompagnato da un bene maggiore.

A noi pare un male deploràbile l'esistenza degli animali carnìvori e la grande distruzione di vite che per la loro alimentazione diventa necessaria. Come una circostanza attenuante rispetto a questa gran colpa della natura abbiam già fatto osservare che quasi tutte quelle innumerèvoli vìttime sono condotte al sagrifizio senza che lo prevèggano e senza dolore, ma v'è di più. Pensiamo che se per questo fatto periscono molti individui le specie rimàngono intatte, mentre la natura non avrebbe potuto risparmiar queste morti senza sagrificare l'esistenza di numerosìssime specie. Dunque anche quì la prevalenza del bene al male apparisce in un modo incontrastàbile e luminoso. Non si potrebbe ugualmente difèndere la natura s'essa facesse spèrpero e strage di vite nello scopo che mirìadi di ecatombi servìssero ad avvantaggiare non già gli èsseri che le eseguìscono ma soltanto la loro lontanìssima progenitura. Se una guerra accanita e di sterminio fosse davvero stata organizzata dalla natura a questo scopo, spandendo a piene mani fra gli èsseri viventi l'odio feroce, l'ira, la

vendetta e tutte le malvagie passioni, oh! sì che allora la vita sarebbe ben trista e bisognerebbe abborrirla, e ci sembrerèbbero degni d' invidia più che i sinistri trionfatori quelli che nell'iniqua lotta fùrono i primi a soccòmbere. Fortunatamente ciò non esiste e le prove sovrabbòndano per dimostrare che la natura è stata per tutti gli èsseri viventi madre benèvola e provvidissima, ed anzi v'è mezzo di dimostrare che non solo lo fu ma che ben anche non avrebbe potuto non èsserlo.

534. A noi la morte è apportatrice di gravi dolori anche senza toccare alla nostra esistenza ma spegnendo l'esistenza di persone a cui ci lega l'affetto.

Ci stà dinanzi agli occhi un uomo in preda ad una profonda malinconìa che gli consuma la vita: nulla può distrarlo, nulla può mitigare il suo mortale cordoglio. Esso ha perduto un amico che forse era un esempio ùnico negli annali dell'amicizia. Crèbbero insieme sempre vincolati dal medèsimo reciproco affetto. Le fortune e le disgrazie dell'uno èrano per l'altro gioje e dolori. In molti anni di vita quasi comune non vi fu mai uno screzio, un mal umore: un'ànima era lo specchio dell'altra: non segreti che non fòsser divisi, non risoluzioni che non fòsser prese d'accordo. Due esistenze così perfettamente assortite potèvano considerarsi come le metà di una medèsima esistenza: una di esse era divenuta per l' altra un' indispensàbile necessità. La falce della morte ha troncato questo legame: uno degli amici è sceso nel sepolcro: l' altro non può rassegnarsi a sopravvìvergli e pare che presto debba seguirlo. La sua

infelicità è a tutti palese. Accanto a quest'uomo colpito dalla sventura vediamo altri cento coll'ànimo festoso e la fronte serena, i quali, avendo sempre vissuto col cuore vuoto d'affetti, perisca il mondo, non correranno mai il perìcolo di contristarsi. Ora chi consìderi qual tesoro inestimàbile e raro sia l'incontrarsi nella vita in un vero amico, sarà tentato di proclamare infelicìssimi quèi cento gaudenti cui fu sempre ignota una sì grande consolazione, e d'invidiar quell'uomo infelice cui toccò in sorte una così rara e così squisita fortuna. In conclusione quell'uomo si sente infelice perchè è stato fortunato, e la sua stessa desolazione prova la grandezza del bene ch'ei possedette. Io non nego che sia nella natura dell'uomo il rammaricarsi d'ogni bene perduto come d'un'ingiuria che gli sia stata fatta, ed a me stesso la pèrdita di persone care fece così crudeli ferite che, per quanti anni vi pàssino sopra, rèstano sempre aperte e sanguinose; soltanto credo di poter asserire che se questi dolori sono secondo la natura non sono secondo la ragione. Noi se c'imbattiamo in qualche piacere dell'ànimo siamo così ingordi di goderne che mai non ce ne saziamo: il fatto accidentale convertiamo in diritto e lo suggelliamo coll'aspirazione assurda della perpetuità. Se così non fosse, se intendèssimo le cose com'esse veramente sono, non succederebbe che chi godette per molti anni il bene supremo dell'amicizia dovesse èssere più malcontento e più triste di chi non ne ha mai goduto. È vero ch'ei si duole della pèrdita, non del bene posseduto; ma ciascuno deve

convenire che tra il pèrdere un bene dopo averne lungamente fruito e il non aver mai ritrovato quel bene, la sorte peggiore è quest'ùltima. A quell'uomo desolato non parrebbe di certo una fortuna il non aver mai conosciuto l'amico che tanto or lo fa piàngere: pensa a tutte le felicità che l'amicizia gli ha fatto provare, e sopporterebbe volontieri affanni anche maggiori piuttosto che non averle provate. Di queste contraddizioni che sono nella natura umana i soli responsàbili siamo noi stessi. Quando impareremo a subordinare i nostri sentimenti alla nostra ragione, quando sapremo di buon grado rinunciare alla stolta esagerazione delle nostre pretese, inaridiranno come per incanto le fonti dei nostri più acerbi dolori, cesseremo dalle importune querimonie, non più sogneremo invisìbili nemici che c'insìdiano la pace dell'ànimo, riconosceremo meglio la simpàtica armonia che lega la nostra esistenza al mondo esteriore, e per poco che imparàssimo a meglio amarci scambievolmente e a pòrgerci nelle nostre occorrenze più fratellèvoli ajuti, potremmo quasi veder verificata sulla superficie della terra quella splèndida creazione della fantasia dei poeti ch'essi denominàrono il paradiso terrestre ovvero l'età dell'oro.

L'esempio recato vorrèi che ci mostrasse come ad ogni nostro affetto mèttano capo nel medèsimo tempo ineffàbili gioje ed acerbi dolori, come anche i più grandi fra i mali dell'ànimo siano spesso la conseguenza di un grandissimo bene, e come nella nostra vita il bene s'intrecci sempre col male, ma il bene prevalga.

Articolo VII.

Altri mali.

Guasti orgànici — Qual ne sia la cagione principale — Artifizj dell'uomo per attenuarne gli effetti — Impossibilità di paralizzarli interamente — I progressi scientifici potranno rèndere di mano in mano sempre più innocui i fenòmeni naturali minaccianti la nostra esistenza — Mali provenienti dalle nostre cattive istituzioni — Un cane accaparratore come gli uòmini — I mali che provèngono dai traviamenti dell'intelligenza vanno scemando nei diversi viventi collo scemare della stessa — Riepilogo.

555. Oltre i mali di cui abbiamo parlato, traenti la loro origine dalla pèrdita di un bene e inacerbiti dall'indole nostra soverchiamente immaginosa ed esigente, siamo soggetti ad innumerèvoli altri che nessuna vigorìa di ragione od energia di volontà potrebbe da noi allontanare. A questi appartèngono le moltiformi malattie fisiche le quali sì frequentemente ci molèstano, e sconcèrtano e tùrbano il regolare andamento della nostra esistenza. D'altronde i verni algenti delle alte latitùdini e i caldi soffocanti dei tròpici, e in generale gli estremi opposti delle temperature terrestri oltre che sono cagioni di gravi infermità sono per sè stessi mali molestìssimi. E invero questi sono mali effettivi e non sognati, ond'è che a discolpar la natura d'avèrceli apparecchiati bisogna che risaliamo alla loro orìgine e che ci rendiam ragione della loro vera provenienza.

556. Chiamati noi da principio all'esistenza sotto l'impero di determinate circostanze, fino a che le stesse

duràrono, non ci poteva mancar cosa alcuna di quelle che sono necessarie al regolare svolgimento della vita ed al felice procedimento della stessa fino al suo tèrmine. Ma il tempo che tutto muta deve per certo aver portato qualche cambiamento anche in quelle propizie circostanze, onde ne vènnero turbati quèi rapporti di perfettìssima armonìa che dovèvano originariamente esìstere fra noi e l'ambiente entro il quale nascemmo. Inoltre le circostanze non si mantèngono idèntiche da per tutto sulla vasta superficie del nostro pianeta, e noi col discostarci dai luoghi della nostra origine, pellegrinando per paesi diversi, esponèndoci alle influenze dei climi i più opposti, abbiamo noi stessi non poco contribuito ad alterare i legami che ci stringèvano con saldissimi e propizj nodi al mondo esteriore. Quanti sono gli èsseri sulla superficie della terra che potèrono adattarsi a sostenere la vita così fra i ghiacci delle regioni polari come sotto la sferza dei soli equatoriali? Fu un privilegio concesso a noi ed a pochissimi altri. La maggior parte, allontanàndosi troppo dal loro paese nativo, sono inesorabilmente condannati a perire. Noi figli di un clima temperato resistemmo alle ingiurie dei climi estremi: abbiamo ragionèvole motivo di lagnarci se in vicinanza dei poli il freddo c'incòmoda e reca danno alla nostra salute, e se ci reca danno e ci molesta l'ardor tropicale? Tutte le malattie che ci assàlgono, rendèndoci trista la vita od abbreviàndola, tràggono in comune la loro origine da questo beneficio conceduto a noi liberalmente di poter conservare l'esistenza anche fuori di

quell'ambiente ov'essa dapprima si produsse, e che solo deve contenere tutti gli elementi ad essa più omogenei e più propizj. Abbiamo noi ragione di querelarci se un così grande beneficio si deve scontare con qualche sofferenza?

557. Se il cambiamento delle circostanze che vegliàvano amorose intorno a noi nell' occasione della nostra prima origine è stato la fonte funesta di molti mali, la natura provvidissima non ci ha voluto lasciare in balìa di questi mali senza difese, e ci ha fatti àbili a trovar mille artificj mediante i quali paralizzare i tristi effetti delle mutate circostanze. Contro la rigidezza delle stagioni ci ripariamo scaldàndoci al calore del nostro corpo abilmente intrattenuto intorno a noi dalle vesti in cui c'inviluppiamo, ricoveràndoci entro le case che abbiamo imparato a costruire, e mantenèndovi il conveniente tepore per mezzo del fuoco che abbiamo imparato ad accèndere. Il nostro istinto sociale, che chiama tutta l' umanità a costituire una sola famiglia, ricevette una mortale ferita dal dispèrdersi che fècero gli uòmini sopra le più lontane regioni terrestri. Ebbene a dar soddisfazione, nelle mutate circostanze, a quel nostro vecchio e indelèbile istinto, s'inventò la locomotiva che può trasportar l'uomo in breve tempo da un capo all'altro della terra, e si costruirono i telègrafi elèttrici, mediante i quali possiam conversare, senza bisogno di forzar la voce, con una persona collocata a qualsivoglia distanza. A tutta la sequela dei danni che dovèvano èssere la necessaria conseguenza del ritrovarsi l' uomo

fuori del suo ambiente originario esso ha potuto riparare con qualche opportuno accorgimento suggeritogli dal suo sottile ingegno.

538. Per altro se l'uomo colle sue invenzioni può temperare i danni delle sue cadute non può ragionevolmente presùmere di possedere ali così fatte che lo elèvino ad un'altezza maggiore di quella che naturalmente occupava prima che cadesse: voglio dire che per quanto egli s'industrii con cento ingegnosi artifizj di assicurar la soddisfazione di tutti i suòi bisogni istintivi, non arriverà mai ad offrire ad essi una soddisfazione più intera e più efficace di quella ch'era spontaneamente offerta dalle circostanze nei primi tempi della sua apparizione sopra la terra. Noi arriveremmo fors'anche, quando l'atmosfera fosse viziata per l'intrusione di qualche gas deleterio, ad assicurarci, per forza d'arte e di scienza, quel tanto d'aria depurata che fosse necessaria alla nostra esistenza: sopravvivremmo a questo modo per virtù del nostro sapiente volere dopo che la natura ci avesse condannati a perire: potremmo andar superbi dell'òpera nostra, ma è certo che non riusciremo mai a procurarci, respirando, maggior diletto e soddisfazione di quanto se ne traeva vivendo in quell'atmosfera così omogenea ch'era stata la prima altrice de' nostri polmoni. Riteniamo bene questa verità che vale per tutti gli èsseri che vìvono sulla terra. A forza d'artifizj e d'ingegnose premure noi potremo migliorarne la sorte riconducèndoli verso quella prosperità di cui dovèvano godere nei primi tempi della loro esistenza,

ma non dobbiamo pretèndere di poterli mèttere in condizioni migliori di quelle di cui èrano allora in possesso. La natura, quando li produsse, vegliava sovr'essi con sollecitùdine veramente materna, e quelle circostanze ch'èbbero la virtù di farli nàscere dovèvano èssere necessariamente anche le più favorèvoli per la loro conservazione. Fu adunque allora che anche noi abbiamo posseduto la màssima copia di beni materiali, o, per dir meglio, fu soltanto allora che abbiamo vissuto senza avere alcuna cognizione dei mali e dei dolori. Avevamo la più fàcile e la più perfetta soddisfazione di tutti i nostri bisogni, ma inconsci di posseder tanto bene non ci accorgevamo per nulla della nostra felicità. Infatti anche al presente tutte le funzioni che nell'uomo sano si adèmpiono automaticamente e che soddisfacendo perfettamente ai bisogni più impellenti del nostro organismo dovrèbbero recarci un immenso diletto, pàssano affatto inavvertite. Chi si accorge per es. della voluttà di una buona respirazione? se ne accòrgono soltanto i pòveri asmàtici pei quali un tanto bene è diventato una rarità: gli uòmini sani non s'accòrgono nemmeno d'avere i polmoni, e non fanno alcuna attenzione all'immenso ben èssere che a loro apporta il normale lavorìo del cuore e del fègato. In quel primo stadio della nostra esistenza tutto procedeva a seconda, però non avevamo coscienza della nostra felicità, e ci trovavamo a presso a poco nel caso stesso di piante che poste in un terreno propizio vègetano rigogliosamente. Dilungàtici da quello stato, incominciò l'organismo a

degradarsi, ed èbbimo il primo saggio delle sofferenze e delle privazioni. Cercammo di allontanarle e di combàtterle col mezzo delle invenzioni e delle industrie, e dal successo traemmo argomento di grandissime compiacenze. Allora si apèrsero le fonti della vita cosciente, imparammo a distinguere il bene dal male, e sentimmo scosso l'ànimo dalla vicenda interminàbile delle gioje e dei dolori. Il bene e le gioje sovèrchiano di gran lunga il male e i dolori; nè da questi possiamo èssere esentuati perchè nàscono insieme a quelli, e quantunque ne siano il contrapposto non ne sono che una necessaria appendice. Ciò che rigonfia tutti questi mali è un nostro pregiudizio così radicato ed universale che sarèi quasi per dirlo orgànico, in virtù del quale accade che noi accogliamo il bene coll'altera non curanza di chi crede di avere il fatto suo, se qualche po' ce ne manca, c'irritiamo e ci quereliamo come se fòssimo stati derubati, e invece ci assoggettiamo al male con passionata impazienza, e siamo troppo inclinati a risentìrcene come d'un'offesa o d'un'ingiustizia. Ecco perchè nel mondo s'incontra così numerosa la classe dei sedicenti infelici, ecco perchè gl'individui più immaginosi, più sensitivi, più impressionàbili sono anche quelli che sòffrono maggiormente e fantàsticano di potenze malèfiche le quali non hanno mai esistito.

539. Egli è però un fatto innegàbile che quelle forze della natura le quali non hanno alcun rapporto necessario colla nostra esistenza, òperano come se noi non esistèssimo, e qualche volta ci rièscono esiziali o ci

prodùcono considerèvoli danni: gli uragani, i terremoti, le conflagrazioni vulcàniche pòssono servire d'esempio.

A questo propòsito dobbiamo considerare che la terra è per noi una magnìfica abitazione la quale non fu edificata esclusivamente per noi. E poichè non fummo noi che la edificammo non conosciamo tutti i tesori ch'essa contiene, e in essa ci volgiamo assài spesso alla ventura, poichè non ne abbiamo ancora presa una cognizione sufficiente. In queste circostanze ci accade molte volte di ricavar danno da ciò che usato debitamente avrebbe potuto invece rivòlgersi a nostro profitto.

Immaginiàmoci una tribù di rozzi e ignari selvaggi che, vagando per le foreste native, si abbatta per caso in una grande città abbandonata la quale un tempo ospitava una popolazione civilizzata e industriosa. Vi sono per entro a quelle case tanti artificiosi congegni destinati a moltiplicare le comodità della vita; ma quèi selvaggi che non ne conòscono l'uso, li considèrano come un imbarazzo ed un pericolo, perchè quando qualche volta per caso arrivàrono a mètterli malamente in movimento invece di trarne vantaggi èbbero a lamentar danni, od a soffrirne paure. Quèi selvaggi diventati sospettosi, tèmono di tutte le cose in cui s'imbàttono e sògnano da per tutto agguati od insidie. Quando a poco a poco dirozzàndosi ed acquistando maggiori cognizioni arrìvano a scoprir l'uso a cui qualcuno di quegli arnesi era destinato, impàrano a profittarne, e sentèndosi sicuri da ogni pericolo, agli antichi timori subèntrano le compiacenze. Così succede a noi

che in faccia a molti fenòmeni misteriosi siamo còlti dallo spavento, mentre se ne conoscèssimo la natura sapremmo provvedere alla nostra difesa e forse rivòlgerli a nostro profitto. Nei tempi antichi le piene dei fiumi e dei torrenti èrano fenòmeni sommamente temuti pei gravi ed irreparàbili disastri che trascinàvano con sè. Ma quando si venne a poter ben conòscere e valutare le càuse che le prodùcono si vide la possibilità di paralizzarne gli effetti, eseguendo opportuni scavi per rèndere più lìbero il corso delle acque ed innalzando àrgini per contenerle entro determinati confini. Così, dove si provvide, questo flagello che un tempo travolgeva gli uòmini, devastava le campagne, abbatteva le case, potè rèndersi inoffensivo. Anzi si approfittò delle acque incanalate ora a far la fortuna degli agricoltori, conducèndole opportunamente divise sulle campagne a intrattenerne la feracità, ora a far la fortuna degli industriali, incaricàndole d'imprimere il movimento ai meccanismi animatori degli opifizj. Per tal modo non solo si tolse il male ma si convertì in una fonte di bene.

Il fuoco che spesso vèdesi uscir dal grembo delle nubi temporalesche con quel corteggio di fenòmeni imponenti che sèmbrano una manifestazione dell' ira del cielo, incuteva agli antichi un superstizioso spavento. E davvero èrano scusàbili se temèvano lo scoppio della fòlgore che poteva raggiùngerli passando attraverso a qualunque ostàcolo, misteriosamente colpirli e in un àttimo privarli di vita. Si credeva che la fòlgore fosse

il flagello di Giove e sarebbe sembrato assurdo ed empio il tentare di preservàrsene. Quando riuscimmo a tògliere a Giove il privilegio esclusivo di maneggiare quest'arma, imparammo a conòscerne la vera natura e allora arrivammo dapprima a rènderla innocua, e poi scagliàndola opportunamente entro interminàbili fili metàllici la rendemmo celerissima trasmettitrice dei nostri pensieri alle più rimote distanze. E questo è pure un esempio che dimostra come l'uomo coll'acquisto d'un po' di scienza riesce a dissipar timori, scongiurar perìcoli e convertire a proprio vantaggio ciò che per lungo tempo, ingannato dalle apparenze, credeva èssere stato dalla natura ostile espressamente preparato per la sua perdizione. E tali esempj si potrèbbero moltiplicare, cosicchè siamo tratti a conclùdere che quanto più facciamo conoscenza coi fenòmeni naturali tanto più crèscono le ragioni per condannare il pregiudizio che alcuni di essi fòssero stati ordinati a nostro nocumento. Anticamente, quando le scienze naturali non èrano ancor nate, l'uomo trovàndosi in preda a tanti mali, agitato da tanti dolori, colpito da tanti disastri, soffrendo e non sapendo rèndere a sè stesso alcuna ragione delle proprie sofferenze, girava biecamente gli occhi all'intorno e da per tutto vedeva nemici, e si credeva il bersaglio contro il quale sfogàvano le loro ire immortali mille potenze malèfiche, e perciò sentiva il bisogno di star sempre all'erta, di èssere sempre pronto a schermirsi dagli attacchi, ed immaginò quelle èpiche fàvole de' suòi combattimenti contro gli Dei. Credèvasi inoltre che nulla dovesse tanto

indispettire gli Dei quanto i tentativi che gli uòmini facèvano per sottrarsi coll'astuzia, se nol potèvano colla forza, alla loro tirànnica supremazìa, e si raccontava di atroci punizioni inflitte a quegli ardimentosi che rapìrono alla natura qualche segreto scientìfico destinato a mètterli sulla via dell'emancipazione. Perciò Prometeo che insegnò agli uòmini l'uso del fuoco fu confitto sulla rupe Caucàsica dove un avoltojo gli rode perpetuamente le viscere, perciò lo sfratto dal paradiso terrestre a chi volle gustare il frutto dell'àlbero della scienza, e l'àngelo colla spada infuocata che ne custodisce le porte. Il fatto è che la natura è un emporio di ricchezze che essa mette volonterosa a disposizione dell'uomo alla sola condizione che questo discopra il modo di usarne debitamente. Nè mai la natura cerca di ritirare dall'uomo qualcuna delle conquiste che in nome della scienza ci giunse a fare sopra di lei. Se questa è guerra bisogna pur convenire che altra non se ne conosce che ad essa somigli dove i due contendenti combàttono, l'uno per prèndere e l'altro per offrire.

540. I mali più gravi da cui siamo bersagliati hanno una sorgente affatto diversa: non sono quelli che ci provèngono dalla natura la quale è stata per noi benigna e parziale in un modo affatto particolare, profondèndoci beneficii senza fine, e misuràndoci i mali con quella più stretta parsimonia ch'era comportàbile colle immutàbili leggi che règgono tutti i fenòmeni dell'universo. I mali più gravi ce li siamo inflitti da noi stessi, siamo noi che li abbiamo voluti, che li abbiamo

attirati sopra di noi colle nostre sbagliate istituzioni. La natura, fatti ch'ebbe gli animali, ha voluto ch'essi medèsimi provvedèssero alla conservazione di sè stessi ed alla riproduzione. A questo scopo diede loro due istinti imperiosissimi, e fece in modo che il soddisfarli apportasse diletto, e il contrariarli arrecasse molestie insopportàbili e pericoli per l'esistenza. Era della più grande importanza che le nostre istituzioni si confor-màssero alle viste della natura e non le incagliàssero. Esaminiamo brevemente che cosa si è fatto. Vi sono molte nazioni presso le quali è ammessa e legalmente garantita la poligamìa. Siccome nella specie umana il nùmero dei maschi uguaglia quello delle fèmmine, se si garantisce ad un solo maschio la possessione di dieci fèmmine si costringono nove maschi a restarne privi. Basta questa considerazione perchè chiunque si accorga che la poligamia è un'istituzione contraria alle viste della natura e fondamentalmente sbagliata; ma questa considerazione così sèmplice e così chiara non ebbe alcuna forza per impedire agli uòmini di adottare quella pèssima istituzione e non ne avrà alcuna per farla ca-dere là dove esiste. Inoltre per la detta istituzione non solo sòffrono i maschi condannati ad una vita solitaria, ma sòffrono anche gli altri maschi, e sòffrono anche le fèmmine, i primi obbligati ad abusare di una facoltà che deve èssere esercitata con moderazione, le ùltime restando necessariamente insoddisfatte, e in generale soffrendo maggiori torture che se fòssero state con-dannate ad un'astinenza assoluta. Dunque la poligamìa,

come ogni altra istituzione che non secondi la natura, riesce dannosa a tutti senza eccezione, compreso quelli che la stabilirono e che vògliono mantenerla nella persuasione che torni ad esclusivo loro vantaggio. Ed è a considerarsi che le sofferenze fisiche e morali provenienti dall'istinto non soddisfatto, o soddisfatto in un modo abnorme, sono un male che è il germe d'infiniti altri mali che màndano le loro tristi radici in tutti i rapporti sociali e li corròmpono e li avvelènano.

Fortunatamente le nazioni cristiane sèppero preservarsi da questa lebbra; ma anch'esse non pòssono dichiararsi prive di colpa, perchè costringendo intere classi di persone al celibato, ed insinuando che ciò sia un mèrito od una virtù, si pòsero in contraddizione coi volèri della natura, e fùrono la cagione di un gravìssimo turbamento sociale.

541. Ora, passando all'altra questione più ardente, faremo un breve esame delle istituzioni che règolano il modo di dar soddisfazione al più imponente e al più indeclinàbile degli istinti, quello della nutrizione.

Se la natura avesse misurato il nùmero degli individui col nùmero dei campicelli capaci di pòrgere ad essi il necessario nutrimento che diremmo di un'istituzione che garantisse agli individui il possesso esclusivo di un nùmero qualunque di quèi campicelli? Altro che la poligamia! Un individuo che possedesse dieci di quèi campicelli obbligherebbe nove individui a morir di fame, a meno che questi ùltimi non si procuràssero il nutrimento rubàndolo al primo coll'astuzia o colla violenza

o da lui lo ottenèssero come un dono degradante o come una retribuzione arbitraria di servigi forzati: quattro modi evidentemente in opposizione colla moralità o colla dignità umana. Ma mi si dirà, perchè far supposizioni gratùite che sono affatto fuori dalle nostre condizioni sociali? Rispondo che la supposizione non è tanto gratùita quanto pare e non è tanto fuori dalle nostre condizioni sociali quanto a prima giunta si potrebbe crèdere. È vero che la natura non è stata tanto avara nel misurarci gli alimenti e che la vasta superficie di terreno sovra cui ci siamo distesi, si crede che potrebbe bastare a fornir gli alimenti ad una popolazione forse dècupla dell'attuale. E dunque, io chiederò, come avvien mai che in tanta abbondanza di sussistenze la gran maggioranza degli uòmini sia costretta a litigar colla fame? Questo tristissimo fatto che è troppo evidente per poterlo negare è un'accusa insistente, perenne e minacciosa contro la insipienza delle nostre impròvvide istituzioni. Poichè la natura è stata così generosa da concèderci una copia di beni molto maggiore di quanto è strettamente necessario per poter vivere, non sarebbe giusto che a tutti gli uòmini, assài diversamente di quèi beni meritèvoli, fosse fatta una parte uguale. La ripartizione dei beni in parti uguali, i beni goduti in società, il proscioglimento ad èpoche fisse di tutti i dèbiti contratti, sono misure che vènnero qualche volta reclamate dai sofferenti per uscire dal martirio a cui trovàvansi condannati; ma che per verità non pòssono conciliarsi col senso comune. Le

ineguaglianze fra gli uòmini sono necessarie e provvidenziali, ed è un bene che vi sìano i ricchi ed i pòveri; ma è un male gravìssimo e insopportàbile l'esistenza di uno stato di miseria che non si possa scongiurare senza far getto della propria dignità od offèndere il senso morale. Sono innumerèvoli i mali che da questa situazione derivano, e l'immenso guasto morale che si è fatto in tutte le classi della società mette quasi tutte le sue radici nelle leggi impròvvide che forniscono una garanzìa senza alcun freno ad ogni accumulamento di proprietà. Se noi ci facciamo ad esaminare i tristi drammi che si còmpiono alle Corti d'Assisie dobbiamo prima d'ogni cosa domandare a noi stessi perchè quéi disgraziati che sono là tradotti a rènder conto dei fatti loro, appartèngano quasi esclusivamente alla classe più discredata della nostra società, e soltanto qualche volta in via di eccezione vi si veda figurare qualche individuo appartenente al ceto così detto civile? È egli possibile il crèdere che la natura abbia fatto gli uòmini onesti o perversi secondo che nàscono da parenti più o meno provveduti di beni di fortuna? Comprèndesi facilmente che una sìmile supposizione è assurda, e che se vi sono uòmini che nàscano effettivamente dotati d'inclinazioni perverse, dèvono trovarsi uniformemente distribuiti in tutte le diverse classi della società. Se adunque i delinquenti èscono quasi tutti da una sola classe, quella dei miseràbili, bisognerà ben convenire che li trasse al male la miseria non già la pravità dell'ànimo loro. Il detto di Virgilio che *la fame*,

è cattiva consigliera, e quello di Parini che *il bisogno è male e orrìbile di mali persuasore,* ricèvono un solenne certificato di verità da quasi tutti i delitti che si commèttono. Questo stato di miseria legalmente costituito non solo è fòmite di colpe nel più infelice ed infimo strato della nostra società, ma projetta un' ombra malèfica anche nelle classi collocate più in alto, ed è da considerarsi come il veleno che ha disseminato il guasto e l' immoralità in tutti i ceti. D' onde può mai trarre la sua origine la sòrdida avarizia di molte persone doviziose, e d' onde l' insaziàbile cupidigia di possedere di molti ricchìssimi proprietarj? Sono gente a cui ha conturbato l' ànimo l' uggioso spettàcolo della miseria che di quando in quando colpisce i loro occhi, e sta sempre presente alla loro immaginazione. Essi per quanti beni siano riusciti ad accumulare non sono mai sicuri che un qualche rovescio di fortuna non debba loro rapirli, e riduca essi o i loro discendenti in quel tristìssimo stato che a loro incute tanto spavento. Perciò non si stàncano mai di accumulare sperando che a questo modo se anche fòssero assalíti dalla tempesta rimanga qualche tàvola che li sottragga al naufragio completo e li preservi dal precipizio. Lo stato di miseria che fatalmente lasciamo sussìstere nelle nostre società, come ora si disse, oltre alle indicìbili ed infinite angoscie che cagiona a chi vi è soggetto, è un incubo permanente che martirizza anche quelli che ne son fuori, ed oltre agli innumerèvoli delitti di cui è càusa in quelli che ne sòffrono è un incentivo a mal fare anche negli altri. È vero che

i delitti contro la proprietà commessi da questi ùltimi, potendo èssere fatti colla comodità di cògliere le occasioni più opportune, e colla maggior destrezza che ad essi porge la maggiore istruzione, sfùggono di sòlito alle sanzioni penali, ma non sono per ciò nè meno dannosi alla società, nè meno in sè stessi immorali e riprovèvoli. Quante volte non si vede in Corte d'Assisie incriminato di furto un qualche pòvero pezzente mezzo abbrutito dall'ignoranza e dalla miseria! Ai cenci di cui è mal coperto, al lividore del volto, alla macilenza della persona chiaro apparisce che non gli fùrono ignoti gli strazj della fame. E dal processo risulta che fu appunto la fame che lo ha trascinato a rubare. D'altra parte vediamo comodamente assisi in preda al sonno e alla noja, infra i giurati sortiti per giudicarlo, un qualche tutore che ha spogliato i suòi pupilli, o un qualche agente che si è arricchito ai danni del proprietario, o un qualche avvocato borsajuolo che invece di curare l'interesse dei proprj clienti fa la caccia alle loro tasche; e questi, così detti onest'uòmini, nel pronunciare il loro giudizio si è certi di trovarli senza pietà, perchè essi proclàmano continuamente la màssima che i ladri dèvono èssere puniti, che la proprietà è sacra, che la legge deve èssere rispettata, che la società deve èssere tutelata. Che queste parole fàcciano un grande effetto è innegàbile, ma che essi àbbiano il diritto di pronunciarle è un'altra questione. La miseria ha scatenato una valanga di mali e di delitti sulla nostra pòvera società la quale dall'esistenza di quella fu tutta guasta

e corrotta fin nel midollo. La miseria, cioè la mancanza del necessario per vìvere che non è a confòndersi colla povertà, deve assolutamente èssere tolta. E i mezzi per tòglierla vi sono e non scomoderèbbero nessuno e il mètterli in pràtica riuscirebbe vantaggioso a tutti quanti. Solo bisogna volere, voler di propòsito, voler fermamente. Bisogna insomma persuadersi che la miseria è un immenso male, ma possibile a sradicarsi, e bisogna mèttersi risolutamente sulla via che a poco a poco ci deve condurre a liberàrcene. Poichè la natura ci ha dato maggior copia di beni di quanto è strettamente indispensàbile al sostentamento delle nostre vite, cominciamo a distìnguere ciò che è necessario da ciò che non lo è. Assicuriamo a ciascun individuo senza distinzione il godimento della sua parte del primo perchè ciascuno vi ha un incontrastàbile diritto, e garantiamo pure il possesso incondizionato del rimanente a chi sa guadagnàrselo coll'ingegno, col lavoro, coll'industria, o a cui fortunatamente càpita per legìttima trasmissione. Io non pretendo come desiderava Enrico IV di Francia che ciascuna famiglia abbia il pollo da mèttere nella pèntola, ma vorrèi che il pane non mancasse ad alcuno. E i mezzi per ottenere l'intento non sono difficili, nè a trovarsi, nè a mèttersi in pràtica, e incamminàndoci verso quella meta potremo raggiùngerla a poco a poco per via di riforme graduate, senza produrre alcuna scossa pericolosa nel nostro vecchio e tarlato sistema di pùbblica amministrazione, il quale alla perfine si troverebbe interamente mutato senza che quasi ce ne

fòssimo accorti. Io non posso svòlgere qui questa importantissima questione, in quanto che parlando della miseria, di cui noi improvvidamente abbiamo finora garantito l'esistenza, non mi son prefisso altro scopo se non che quello di dimostrare che dei più gravi mali di cui l'umana società si trova bersagliata, come è appunto la miseria, e come sono i delitti e le immoralità d'ogni specie che da questa provèngono, non dobbiamo accagionar la natura ma soltanto noi stessi e le nostre mal congegnate istituzioni. In virtù di queste noi ci troviamo immersi in un ambiente morale viziato che a poco a poco ci avvelena l'ànima, corrompèndone tutti gl' istinti nòbili e generosi. Quando l' ànima umana si sveglia alla cognizione di sè stessa e comincia ad interrogarsi, s'accorge d'èssere la sede di tre nobilissimi entusiasmi: l' amore passionato pel bene, pel trionfo della giustizia, per la diffusione della verità; ma se mai si esàmina di nuovo più tardi, la scena è interamente mutata, le fiamme si spènsero, e prèsero il loro luogo molte abbiette passioni delle quali sta a capo, guida e dominatore, uno sfrenato egoismo. Infatti che cosa è mai la famosa esperienza della vita di cui sì spesso mènano vanto gli uòmini attempati, che cosa è mai se non che la negazione di tutti i sentimenti generosi dell'età giovanile? È pur troppo vero che l'ànima nostra ad ogni giorno perde un qualche suo pregio e va sempre più isterilèndosi e inaridendo. Non è certo la natura che ha tracciato alle ànime umane un'òrbita così infelice, ma l'ambiente fatale in cui noi le costringiamo

ad avvòlgersi le corrompe e le conduce alla perdizione. Affrettiàmoci per altro a dire ad onore della umanità che sono numerosi anche gli esempi del contrario, e tra i moltissimi che si potrèbbero citare, uno solo accenneremo che vale per tutti, e che è da tutti conosciuto ed ammirato. Perchè mai da tutti gli àngoli della terra muòvono così ardenti simpatie verso lo scoglio di Caprera dove nella solitùdine conduce vita sèmplice e modesta Giuseppe Garibaldi? È egli forse per le èpiche gesta compiute, senza alcuna vanteria, da quest' uomo singolare? o forse pe' suòi talenti di gran capitano, o per quell' arte miràbile posseduta da lui solo, in virtù della quale seppe così spesso rèndere irresistibile e vittorioso contro a soldati veterani e ad esèrciti agguerriti, l' impeto di giòvani animosi affatto inesperti della milizia? Questi eccelsi pregi che pur gli stampàrono in fronte un'aurèola di gloria immortale, è certo che non avrèbbero bastato e bisognò che vi si aggiungesse il prestigio esercitato da un' ànima raggiante di perenne giovinezza, ànima così nobilmente temprata che le più allettanti seduzioni non potèrono farvi alcuna presa, e i disinganni e l' età non potèrono farvi alcuna rapina. Più d' una volta dopo aver creduto che quell' ànima avesse toccato il màssimo della sua altezza, dovemmo persuaderci, per nuovi avvenimenti, ch' essa aveva saputo sollevarsi ad altezze ancora maggiori. Facciamo plàuso a questa splendidissima eccezione, ed anche alle altre le quali se non sono altrettanto ammirate perchè meno conosciute, non sono però meno degne di rispetto

e di onore. Le applaudiamo, ma siamo dolenti ch'esse non fòrmino la règola generale, e ciò sarebbe se noi colle nostre inconsulte istituzioni non fòssimo riusciti a deturpare il nòbile edifizio architettato dalla natura. Nè vale il dire che le deplorate istituzioni sono anch'esse un fatto imputàbile alla natura, perchè sono la conseguenza naturale del nostro organismo, mentre se questo fosse stato fabbricato diversamente, anche quelle sarèbbero riuscite diverse. Possiamo noi crèdere seriamente d'èssere in grado di opporci alle viste della natura, di èssere capaci di far cose che la natura non avesse voluto? A tale interrogazione io non rimango perplesso nel dare una risposta affermativa. Ciò parrebbe portare alla conseguenza che noi fòssimo più potenti che la natura, ed io, fatte le dèbite restrizioni, accetto anche la conseguenza. Noi possiamo mètterci in contrasto colla natura perchè siamo èsseri intelligenti e quindi liberi; ed anzi egli è studiando bene questo fatto che noi troveremo la prova più insigne e più convincente della nostra libertà. Deviando dalle norme prescritte dalla natura si va incontro a mali gravìssimi come abbiam veduto; essa punisce il fallo crudelmente ma non lo impedisce: reprime ma non previene. Noi possiamo deviare dalle norme prescritte dalla natura più di qualunque animale perchè siamo i più intelligenti di tutti; ma da per tutto ove vi è un po' d'intelligenza vi è qualche possibilità di questi traviamenti, e gli animali degli òrdini superiori e specialmente gli animali domèstici ne dànno prove evidentissime.

542. Per gli animali che vivono in società la norma naturale è di consumare in comune gli alimenti che vèngono in loro potere: non vi sono, come nella specie umana, questi accaparramenti eccessivi fatti da alcuni individui già sazj a danno degli altri ancora affamati. Pure in alcuni individui della famiglia canina si vede qualche volta manifestarsi questa tendenza egoistica. Ecco per es. un fatto che ho potuto io stesso ripetutamente verificare.

Fui per qualche tempo in situazione di potere osservar davvicino il contegno di quattro grossi cani che vivèvano in compagnia avendo a loro disposizione un vasto fabbricato con più di un cortile. Il padrone forniva ad essi un nutrimento abbondante e variato, compresi gli ossi e i rifiuti di cucina e di tàvola di varie trattorie e di alcuni convitti della città. Èrano cani felici a cui nulla mancava e a cui nessuna preoccupazione poteva turbare la pace dell'ànimo. E infatti èrano allegri e spensierati e quando èrano ben pasciuti non pensàvano ad altro che a scorrazzare pei cortili e a far salti, capriole o finte battaglie. Uno per altro, e sempre lo stesso, qualche volta fermàvasi sui quattro piedi, alzava il muso in atto di chi si concentra in un solo pensiero, e poi scompariva, facendo dopo qualche istante ritorno fra suòi compagni e partecipando di nuovo a tutte le loro allegrie. Io m' invogliài di conòscere lo scopo di questa evoluzione, e trovài modo di potere, non visto, sorvegliare tutto ciò che quel cane faceva. Esso ritornava nella stanza dove poco prima avèvano tutti

insieme banchettato, e dove avèvano lasciato sul terreno alcuni avanzi, e quel cane, ùnico che si preoccupasse dell'avvenire, andava di sóppiatto a raccòglierli, e smosso un cùmulo di trùcioli, che sorgeva a molta altezza in una stanza vicina, ve li nascondeva di sotto, molto spesso non curàndosi più di loro e forse dimenticàndoli; ma qualche volta, andando da solo a ritirarli, e a divoràrseli. Che un tal fatto nella famiglia dei cani sia poco naturale si rileva anche da ciò che gli altri tre non s'accòrsero mai di nulla, nè mostràrono di averne sospetto, nè cercàrono d'impedirlo e tanto meno pensàrono ad imitarlo.

543. Scendendo più in basso nella scala degli èsseri viventi troviamo che va sempre più restringèndosi l'attitùdine degli animali a scostarsi dalle vie tracciate ad essi dalla natura, e vanno tanto meno soggetti a infermità ed a dolori, finchè giunti nel regno delle piante, alle quali mancando l'intelligenza manca la libertà, troviamo ch'esse obbediscono interamente e sempre agli òrdini della natura, per cui ad esse, già esenti dal dolore per l'assenza della sensibilità, manca pure una gran sorgente di malattie, cosicchè quelle che le bersàgliano dipèndono tutte o dalle offese di altri viventi, o dall'alterazione dei rapporti che originariamente esistèvano fra loro e l'ambiente da cui sono circondate, per cui non si tròvano più nelle condizioni del loro perfetto o più propizio sviluppo.

544. Così abbiamo passato in rassegna le diverse categorìe dei mali e di ciascuna additate le vere cagioni.

Mali che provèngono dalla brevità della vita e dal grande amore con cui noi siamo a questa attaccati, e siffatti mali non si potrèbbero sopprìmere senza che si spegnesse questo amore, il quale per sè solo è un bene così grande da far traboccar la bilancia dalla sua parte in confronto di tutti i mali che da esso derìvano. Mali provenienti dall'ambiente mutato e che sono la conseguenza di una preziosa prerogativa dàtaci dalla natura, la quale ci rese àbili a resistere senza perire alle funeste influenze del pericoloso mutamento. Mali che provèngono da difetto di cognizioni e dal cattivo uso che noi facciamo della nostra libertà. Questi ùltimi sono i più numerosi e i più fatali, e fanno dell'èssere più riccamente dotato dalla natura e da essa prediletto, il più disgraziato di tutti; ma sono tutti evitàbili e col progresso della civiltà sono destinati a cessare: alle cattive istituzioni succederanno le buone; dopo aver voltato le spalle alla natura, e aver piantato la bandiera del disòrdine legale nei nostri rapporti recìproci, e in quelli che esìstono fra noi e tutto ciò da cui siamo circondati, finiremo col riconòscere i nostri errori e coll'emendarli. I nostri provvedimenti dèvono èssere specialmente diretti a rèndere impossìbile lo stato di miseria, che oltre ad èssere una crudele ingiustizia è la cagione principalìssima dei più gravi disòrdini ai quali è in preda l'umana società. Il pane deve èssere assicurato a tutti come il primo dei diritti e nessuno deve èssere posto al cimento di dover procuràrselo con azioni immorali, o accattarlo come un'umiliante elemòsina.

Articolo VIII.

La natura e gli èsseri intelligenti.

Confronto fra le òpere della natura e quelle dell'arte — A quali fra loro si debba accordar la preminenza — Anche le òpere dell'arte si dèveno considerare come òpere della natura.

548. Nel nostro modo di considerare le òpere della natura, rispetto a quelle degli èsseri intelligenti, cadiamo spesso in grossolane contraddizioni. Ora diciamo, la natura non farà mai un' òpera d' arte, perchè in queste vi sono combinazioni così complicate che non potranno mai èssere eseguite fuorchè al lume dell' intelletto, e saranno sempre vietate alla natura che lavora ciecamente, inconscia di quello che fa. Potrebbe mai la natura fabbricare un orologio od una locomotiva? il crèderlo sarebbe stoltezza. D'altra parte sentiamo spesso a ripètere che le òpere della natura sono infinitamente superiori a quelle dell'arte più raffinata, e si domanda se vi sarà mai un uomo tanto stoltamente presuntuoso che si creda capace di mèttere insieme anche soltanto una foglia d' un àlbero, o un pelo di un animale. Vi sono dei lavori ove pare che l' arte e la natura rivalèggino fra loro e si contèndano il primato. Nella pittura ad olio per es. noi siamo certi che la natura non tenterà mai nemmeno di gareggiare con noi; ma in fatto di fotografia la cosa cammina diversamente. Noi abbiamo inventata la càmera oscura mediante la quale

è possibile il vedere l' immàgine di qualunque oggetto dispiegata sopra un piano come se vi fosse maestrevolmente dipinta. La natura ha fatto quella stupenda càmera oscura che è il bulbo dell' occhio nel cui fondo si dipingono pure le immàgini e forse più nettamente che nelle càmere oscure artificiali. Però queste immàgini suscitate dalla natura nel fondo dell' occhio sono fugaci come quelle che a noi appariscono dentro i nostri specchi ordinarj, mentre l' uomo è arrivato a impadronirsi delle immàgini che si dipingono nell'interno della sua càmera oscura e a tenèrvele perpetuamente prigioniere convertèndole in stàbili quadri. Si direbbe che l' arte dell' uomo ha superato la potenza della natura. Ma si conosce un fenòmeno che ben considerato può valere a farci mutar d' opinione. Quelle immàgini che balenàrono un istante nell'interno del nostro occhio e che la nostra mente ha percepite, ci ritòrnano spesso tali e quali davanti agli occhi nei sogni, e poi possiamo di nuovo raffigurarle, pel magistero della memoria, anche durante la veglia, e guardarle colla mente per un tempo qualunque, come se durante questo tempo, gli oggetti che prodùssero quelle immàgini fuggèvoli nell' interno dell' occhio fòssero ancora a noi dinanzi. Ciò signìfica che se quelle immàgini si cancellàrono dall' occhio, la natura aveva trovato modo di stamparle stabilmente nell' interno del nostro cervello; e se ciò è come pare che sia, dovremo convenire che la natura si trova ancora sotto questo rapporto molto al di sopra dell'arte. Però le fotografie che fa la natura nei

cervelli sono inseparàbili dall'òrgano che ha servito di càmera oscura onde produrle, mentre le nostre fotografie sono rese affatto lìbere e indipendenti dai diversi congegni che fùrono necessarj per la loro produzione; e inoltre noi sappiamo in breve tempo preparare le nostre carte fotogràfiche, mentre la natura è nell'impossibilità di fabbricare tutto in un tratto il cervello, ma essendo obbligata a fabbricarlo col lento procèsso dello sviluppo deve necessariamente impiegarvi un tempo consideràvole. E sotto questi due riguardi parrebbe che l'òpera dell'arte dovesse dichiararsi superiore a quella della natura. Dal paragone che abbiamo istituito vèdesi che non si pòssono trarre criterj abbastanza chiari per pronunciare un giudizio sicuro e definitivo; ma ogni dubbiezza sparisce davanti alle considerazioni seguenti. Tutti gli èsseri a cui toccò in sorte una scintilla d'intelligenza sono capaci di far qualche lavoro che la natura non si attenterà mai di fare direttamente: la tela del ragno, il bòzzolo del baco, l'alveare dell'ape, il nido della ròndine, pòssono servire di esempio: l'uomo, di queste òpere impossibili alla natura, è un produttore fecondìssimo ed instancàbile. Ma l'uomo fa inoltre quello che non par consentito ad alcun altro animale, cioè, avendo imparato a maneggiare le forze stesse di cui la natura si vale nel produrre tutti i suòi prodigi, obbligàndole ad operare nel modo stesso come ha fatto la natura, è arrivato ad impadronirsi di molti di questi prodigi naturali e a suscitarli a suo piacimento. Dunque vediamo da una parte la natura inetta ad imitar le

òpere dell' uomo e dall' altra parte vediamo l' uomo continuamente intento a scoprire i segreti della natura per riprodurne le òpere. Da ciò deriva la conseguenza che dove l' uomo sembra rimasto al di sotto della natura, la sua inferiorità non ha niente di assoluto e di necessario, ma è a crèdersi che sia soltanto temporanea ed accidentale, duratura soltanto finchè egli con novelle conquiste scientìfiche non arrivi a cancellarne ogni traccia. Se nell' esempio della fotografia, che abbiamo recato di sopra, ci parve che sotto certi rapporti l'òpera della natura sovrastasse a quella dell' uomo, ciò vorrà dire che il tentativo, già abbastanza felice, fatto dall' uomo per imitare questo prodigio della natura, non ha per anco raggiunto l' intero suo compimento, ma come si è già tanto inoltrato nel cammino da ottener risultati che, in tutti i sècoli che precedèttero il nostro, si èrano sempre giudicati inarrivàbili, così verrà tempo in cui, percorsa interamente la via, l'uomo saprà fare tutto ciò che fa la natura e vi aggiungerà qualche cosa del suo.

546. Ogni qual volta l' uomo s' impossessò di un processo naturale arrivò a rènderlo più sapientemente e più largamente fecondo di quel che fosse nelle mani della natura, cosicchè ottenne molti prodotti affatto nuovi, e quelli non nuovi ottenne perfezionati: intendendo sempre di parlare di quella perfezione relativa, come noi siam sòliti a giudicarla, partendo dal punto di vista delle nostre comodità e dei nostri interessi. Così per es. esiste un processo naturale per la cui virtù

si svòlgono in date circostanze dal seno della terra copiosissime quantità di un'aria combustìbile la quale, accesa, tramanda una bella luce e può servir con vantaggio alla illuminazione; e in Europa vi sono varie miniere illuminate appunto per mezzo di quest' aria e in Amèrica si trasse partito dalla presenza della stessa per illuminare interi villaggi. Ebbene quando l' uomo arrivò ad impadronirsi di questo processo non solo seppe farne scaturire un'aria più pura e assài più ricca di luce, ma caricando con questa la pistola elèttrica seppe farla servire a lanciar projèttili mortali, e imprigionàndola in un inviluppo sottile fece acquisto delle ali per volare a diporto nelle alte regioni dell' atmosfera. Ecco pertanto come l' uomo migliorò a proprio vantaggio un processo naturale imperfetto, e lo fece servire a maravigliose applicazioni alle quali per certo la natura non ha mai aspirato di giùngere. E siccome questi esempi sovrabbòndano così dovremmo stupefatti domandarci, ma che cosa è adunque mai questa divina dote dell'intelligenza che fa parer più piccola rispetto all'uomo e rende a lui soggetta anche l'onnipotente natura?

Ecco quali sono i veri rapporti fra gli èsseri intelligenti e la natura.

547. È bensì vero che noi possiamo far cose a cui la natura non giungerà mai, e sarebbe per esempio insensatàggine il crèdere che per quanto essa possa modificare la forme di un masso di marmo, arrivi un bel giorno a presentàrcelo modellato in un bel gruppo statuario quale può uscir dalla mano di un àbile artista;

ma infine non siamo soltanto noi cui sia dato di far cose non concesse alla natura: è certo che la natura non saprà mai intrecciar le paglie d'un nido con quell'arte mirabile ch'è adoperata dal nostro pàssero comune, nè mai farà un alveare come san farlo le api, nè un bòzzolo come san filarlo i bachi da seta. Ma ciò che cosa significa? si dovrà forse crèdere che il baco da seta, che l'ape, che il pàssero siano potenze più grandi della natura? Non vediamo noi che è la natura stessa che fa il bòzzolo, l'alveare ed il nido per mezzo di stromenti vivi ch'essa ha saputo maravigliosamente foggiare allo scopo dichiarato? Ebbene allorchè riconosciamo che è la natura stessa che fa l'alveare per mezzo dell'ape, perchè non dovrem dire del pari che è ancora la natura che scolpisce la statua per mezzo dell'uomo? Questo distacco e questa opposizione che a noi piacque d'introdurre tra le forze della natura e quelle dell'uomo, tra le òpere della natura e quelle dell'arte, tra il modo di comportarsi della natura e il modo tenuto da noi è un errore grave e pernicioso che ci fa scòrgere il mondo sotto un aspetto fallace, è il frutto di quella nostra grottesca vanità di cui non ci vergogniamo perchè poco o molto ne siamo tutti invischiati. La natura, si dice, non ha intelletto, ed io rispondo: la natura non fa spreco d'intelletto in tutte quelle òpere dove l'intelletto non è necessario; ma quando per una data òpera occorre una scarsa dose d'intelletto la natura si vale d'un congegno formato da lei con quella scarsa dose d'intelletto che a còmpiere

quell'òpera era appunto necessaria, e per le òpere alle quali si richiede un intelletto cospicuo adòpera l'uomo a cui fu larga donatrice d'intelletto più che a qualunque altro èssere vivente. L'avere intelletto non è una necessità per la natura come non lo è per essa l'avere un'altra dote qualunque. Chi muove i venti e sùscita in tempesta le onde del mare, chi scuote i continenti col terremoto, chi spinge fuori dalle bocche vulcàniche torrenti di lava infocata, chi scrolla le montagne e le fa scomparire negli abissi, ovvero dagli abissi le èvoca e le fa crèscere ad altezze sterminate, è sempre la natura; eppure non si è mai fatta la questione se la natura sia dotata di robustezza e quanta ne abbia, e ciò sta bene; ma starebbe bene del pari che non si movesse mai la questione se la natura sia dotata d'intelligenza e quanta ne abbia; perchè infine ciò che noi diciamo natura non è che un'astrazione della nostra mente, colla quale noi intendiamo di esprimere il complesso delle forze còsmiche e tutti quèi lavori svariatìssimi che per mezzo di queste si còmpiono; dunque sebbene tra queste forze vi sia la luce a nessuno cadde mai nel pensiero di chiamar la natura lucente, e quindi quantunque vi sia pure l'intelligenza è affatto fuor di luogo il suppor la natura intelligente. Non v'è movimento fuorchè nei corpi che si mòvono, non vi è luce fuorchè nei corpi che risplèndono, non si conosce calore, non si conosce elettricità fuorchè nei corpi entro i quali risièdono, e non vi può èssere intelligenza fuori dei corpi che ne sono dotati. Ciascuna di queste diverse

forze ha il suo circolo particolare di efficienza, e ciò che l'una può fare non può èssere fatto dalle altre, senza che prima, come può succèdere, l'una nell'altra si trasformi. Grandi cose per es. sono affidate dalla natura alla forza di espansione, quasi tutti i fenòmeni geològici e fisiològici sono frutti di questa forza; grandi cose sono affidate all'attrazione; grandi cose alla luce, all'elettricità ed al calore; ma nessuna di queste forze può esercitare il còmpito dell'intelligenza, e per contrario quest'ùltima che dòmina le prime e le costringe a lavorare non può per sè stessa produr nulla di quanto è di loro spettanza. L'intelligenza può obbligar le altre forze a combinarsi in modi nuovi cosicchè diano tali prodotti che senza il suo intervento non avrèbbero mai potuto fornire. Pertanto ciò che queste spontaneamente prodùcono è al di sotto di quanto esse pòssono produrre allorchè sono guidate da quella. Alla formazione degli èsseri viventi non presiede in modo alcuno l'intelligenza, perchè fin quando prendiamo noi pure istintivamente qualche parte a questo lavoro, il facciamo affatto ciecamente, fuor d'ogni partecipazione e fuor d'ogni controllo della nostra facoltà intellettiva. La conseguenza che si deduce da questa considerazione si è che la produzione degli èsseri viventi non deve èssere circondata da nessuna di quelle grandi difficoltà che a noi piace d'immaginare fino a che di un fatto qualunque non siamo riusciti a investigar le cagioni. Ricordiàmoci che la natura non fa che giuocar di prestigio: ricordiàmoci che per ogni fenòmeno naturale

che arrivammo a spiegare essa ci ha fatto sempre maravigliare due volte, in due modi diversi e in due occasioni diverse. Dapprima quando cominciammo a portar la nostra attenzione sul fenòmeno, esso ci parve così straordinario, così complicato, così inesplicàbile che fummo presi dallo stupore come se ci fòssimo trovati davanti ad un miràcolo; poi quando arrivammo a scoprirne le càuse, chè allora la semplicità ci parve tanto grande da suscitare in noi una nuova specie di ammirazione, e se non altro di farci maravigliare del nostro antico stupore. Per quanto risguarda la produzione degli èsseri viventi noi siamo ancora nella maraviglia del primo stadio: se l'esperienza già fatta può servirci di ammaestramento, dobbiamo èssere certi che non ci mancherà la maraviglia del secondo stadio, quando avremo potuto mèttere in chiarò i modi semplicìssimi di cui si valse la natura per questa misteriosa produzione. Torno a ripèterlo, le cose appena un po' complicate e difficili, la natura le fa col mezzo dell'intelligenza; tutte le altre cose hanno per loro caràttere una estrema semplicità, e se la produzione degli èsseri viventi non avesse anch'essa questo caràttere, non sarebbe concepìbile come la natura avesse mai potuto praticarla, e tanto meno concepìbile poi, com'essa avesse potuto praticarla con una così straordinaria profusione. È ormài venuto il tempo di mèttere la questione allo studio, non lasciàmoci imporre dai pregiudizj nè scoraggiare da difficoltà immaginarie e finiremo col penetrare anche questo mistero.

Articolo IX.

Parallelo tra il processo di figliazione e quello di generazione spontanea.

Le modificazioni delle specie sono necessariamente legate alle modificazioni dei germi — Le specie diverse provèngono da germi diversi — La formazione spontanea dei germi non può considerarsi come una maraviglia maggiore di quella del loro sviluppo — Necessità della generazione spontanea — A che si riduca, anche negli animali degli òrdini superiori, la supposta necessità della madre per lo sviluppo dei germi — Formazione spontanea dei germi dai liquidi nutritivi — Modificazioni che il liquido nutritivo deve subire per soddisfare alle nuove esigenze del germe uscito dai primi stadj del suo sviluppo — Modificazione del liquido nutritivo provocata dalla formazione dei germi — Probàbile provenienza da uno stesso liquido di tutte le specie appartenenti alla medèsima classe.

548. Dalla selezione naturale, anche ammessi i principii Darwiniani, non può derivare alcun beneficio alla specie, se i vantaggi di cui gl'individui eletti èrano forniti non si trasmèttono alla loro progenie: ora perchè questa trasmissione si effettui bisogna necessariamente che il germe da cui il nuovo individuo deve svòlgersi abbia risentito l'effetto di queste qualità dei progenitori che dèvono èssere trasmesse, e però si sia modificato in modo d'acquistar le attitùdini necessarie ad una tale trasmissione. E noi crederemo che la natura la quale forse potè fare i germi direttamente ma che non seppe far gl'individui se non che come una conseguenza dello sviluppo dei germi, ad indurre in questi una qualche piccola modificazione non possa ricòrrere ad alcun più

sèmplice espediente di quello che attèndere che una qualche modificazione si presenti accidentalmente nell' individuo e che questa possa poi reagire sul germe? Noi sappiamo che a mìnime modificazioni del germe corrispòndono grandìssime modificazioni nell' individuo che ne proviene, e che per contrario occòrrono enormi modificazioni nell'individuo affinchè i germi che da lui provèngono pòssano èssere appena percettibilmente modificati. E la natura che produce sempre grandi cose dàndosi pochìssima pena dovrebbe questa volta darsi una pena infinita per produrre una cosa piccolìssima? È proprio un prèndere la natura al rovescio e farle bàttere per la prima volta una strada da cui ha sempre rifuggito. Pensiamo che la natura non fa mai sfoggio d'invenzioni e che il suo grande magistero è quello di parer sempre nuova ripetèndosi sempre. Se arriveremo a formarci un concetto chiaro di ciò che la natura fa coi metalli potremo trarne lume anche per intèndere il modo ch'essa tiene coi corpi organizzati. È noto che i lavori degli alchimisti èrano specialmente diretti alla trasformazione di un metallo nell'altro e fu il completo insuccesso de' loro infiniti tentativi che persuase i chìmici dell'irreducibilità dei metalli. Essi per altro andàrono troppo in là e per lungo tempo credèttero che i metalli fòssero irreducìbili perchè costituiti di materie essenzialmente fra loro diverse. Ora su questo propòsito l' opinione generale è affatto cambiata, e i naturalisti sono inclinati ad ammèttere l'esistenza di una sola qualità di materia di cui le diverse apparenze procèdano da

sèmplici modificazioni nella relativa disposizione delle molècole, e ciò non ostante si persiste tuttavìa a ritenere che gli alchimisti avèssero torto, e nessuno crede possìbile che ne torni a comparire una novella nidiata. E ciò perchè si è capito che se anche esiste una sola sostanza primitiva di cui son fatti tutti i metalli, quel tale aggruppamento di molècole per cui la stessa assume la sembianza di un determinato metallo, deve èssere un ostàcolo e non un avviamento per ottenere un aggruppamento diverso, e così trasformare un metallo in un altro: si è capito che deve èssere assài più fàcile il fabbricare i diversi metalli foggiando addirittura diversamente la sostanza primitiva di cui tutti sono costituiti, che non il fabbricare un dato metallo con quella sostanza primitiva di già foggiata in un altro. Pertanto se per es. tutti i metalli fòssero fatti d'idrògeno è a crèdersi che non sarebbe possìbile il cambiare il ferro in argento se non che incominciando col disfare il ferro e ridurlo in idrògeno e poi convertendo l'idrògeno in argento; per cui a non raddoppiare inutilmente il lavoro e le difficoltà della operazione, non sarebbe al ferro a cui si dovrebbe ricòrrere quando si volesse ottenere l'argento, ma invece immediatamente all'idrògeno di cui tanto il ferro quanto l'argento, per la fatta supposizione, si ritèngono costituiti.

549. Ora applicando le cose esposte al caso della trasformazione delle specie viventi è d'uopo il ritenere che se anche tutti questi èsseri fòssero provenienti da un ùnico germe diversamente modificato, il solo mezzo

per ottenere due specie diverse deve consistere nell'indurre nel germe quelle due modificazioni in virtù delle quali diventa atto a produrre le due specie diverse, ma non si deve sperare di trasmutar direttamente una specie già formata in un'altra, quasi supponendo che la complicazione avvenuta nell' èssere, in virtù dello sviluppo, giovi a facilitare la trasformazione invece di rènderla impossìbile. Ora ammesso che la natura per dare orìgine alle diverse specie sia obbligata a modificare il germe, se ne inferisce che le specie diverse hanno orìgine da germi diversi, e che è fuor di luogo il crèdere alla possibilità della loro trasformazione.

Quando noi avremo imparato a far nàscere i germi delle diverse specie indipendentemente dalla cooperazione d' individui della specie stessa, allora arriveremo a scoprire quali sono le modificazioni che bisogna apportare ad un dato germe, affinchè, invece di svilupparsi in una data forma, prenda in conseguenza dello sviluppo forme specificamente diverse. Per ora la sola cosa che crediamo di poter affermare con tutta ragione si è che la trasformazione delle specie non si potrà mai effettuare finchè non sapremo sottrarre i germi all' influenza degli individui che li hanno prodotti e non sapremo direttamente modificarli in modo che divèntino idèntici ai germi proprj d'individui di altra specie. Quelle scarse e limitatìssime variazioni che noi riusciamo ad ottenere per la selezione nelle specie affidate alla nostra custodia, compròvano anch'esse il posto principio, perchè dimòstrano l'inanità dei nostri sforzi finchè per operare

sui germi siamo costretti a valerci dell' influenza esercitata sovr'essi dagli individui a cui appartèngono.

Ora se le specie diverse non hanno potuto formarsi pei successivi e varj perfezionamenti avvenuti in una ùnica materia primitivamente organizzata, bisognerà che àbbiano tratta la loro orìgine da tante materie fin da principio diversamente organizzate quante esse sono; cioè bisognerà concèdere a ciascuna specie il suo particolar germe primitivo, e quindi ammèttere la pluralità dei germi come una necessaria condizione della pluralità ed irreducibilità delle specie.

550. D'altronde ciò che negli èsseri viventi è altamente maraviglioso, ciò che non sarebbe credìbile se tutti i giorni non si vedesse, è il processo con cui si svilùppano. Voglio dire che il nostro stupore più che sulla prima apparizione dei germi dovrebbe concentrarsi sulla trasformazione di questi in èsseri complicatissimi, quali sono quelli che gòdono della pienezza della vita. Gli èsseri viventi i più disparati, se noi li consideriamo nei loro primordj, sèmbrano interamente confòndersi gli uni cogli altri, presèntano la stessa grandezza mìnima, la stessa forma rotonda, sono tutti fatti di gocciolìne plutòniche che da sè stesse, vestèndosi d'un inviluppo, si trasfòrmano in cèllule, in cui la chìmica trova sempre gli stessi elementi e che sèmbrano idèntiche per tutti. Che queste goccioline, particolari combinazioni di ossìgeno, idrògeno, azoto e carbonio, pòssano spontaneamente prodursi, non sembra cosa di cui si debba far tanto stupore. La maraviglia e l'incredulità

dovrèbbero incominciare allorchè si consìdera l'immensa varietà di produzioni diverse che tutte tràggono l'origine da quelle sèmplici ed uniformi goccioline. Avremmo ben diritto di diffidare di chi per la prima volta ci facesse il racconto di tali stranezze; eppure queste stranezze esìstono, e nessuno se ne fa maraviglia, perchè succèdono sotto i nostri occhi a migliaja e a milioni, e costituìscono un fatto notorio e volgarìssimo.

551. Se per generazione spontanea s'intendesse che la terra dovesse produrre animali e piante nel loro stato di vita completa, a meno che un tal miràcolo non si vedesse cómpiersi tutti i giorni sotto i nostri occhi, la incredulità degli uòmini di buon senso sarebbe pienamente giustificata; ma che vi sia tanta renitenza a crèdere alla produzione dei germi è cosa che non si può spiegare, tanto più che il crèdervi pare una necessità ed il non crèdervi pare che implichi un assurdo.

A che cosa appròdano tutti gli sforzi degli avversarj della generazione spontanea i quali tanto si affatìcano a dimostrare come molti èsseri che si credèvano prodotti spontaneamente siano anch'essi il frutto della figliazione? Quando hanno provato il loro assunto per alcuni èsseri, altri se ne presèntano pei quali la questione è dubbia, e quando àbbiano avuto ragione anche di questi, se ne presenteranno altri ed altri e così senza fine. Ma io voglio concèdere ch'essi siano pur giunti a studiarli tutti e a mèttere fuori di discussione che nemmeno per un solo degli stessi abbia avuto luogo un vero fenòmeno di generazione spontanea, da ciò che

cosa si potrebbe conclùdere? Che la generazione spontanea non possa esìstere e che non abbia mai esistito? Sarebbe assài più logico il cavarne quest' altra conseguenza di cui la falsità è ammessa e riconosciuta da tutti, cioè che gli animali e le piante hanno sempre necessariamente esistito, e che non è possìbile che àbbiano avuto in un' època qual pur si voglia il loro cominciamento. Che se il cominciamento vi fu, e sappiamo che vi fu, bisogna rassegnarsi non solo a crèdere alla possibilità della generazione spontanea ma ben anche a crèdere impossìbile che un tal processo non abbia esistito.

553. Per l'orìgine dei germi non è ammissìbile altra ipòtesi che quella della loro diretta provenienza dalla materia inorgànica, cioè la generazione spontanea. Ma si dirà, ammesso pure che i germi àbbiano potuto prodursi per generazione spontanea, come riuscìrono poi a svilupparsi e a trasformarsi in èsseri viventi completi, mentre almeno per gli animali degli òrdini superiori, la preesistenza della madre sembra una necessità e per gli uffici della gestazione e per quelli del primo allevamento? Le seguenti considerazioni varranno a dimostrare come la fatta difficoltà sia molto meno grave di quanto per sòlito siamo inclinati a pensare. Si può ormài francamente affrontarla anche pel caso in cui ci si affaccia come più circondata di spine, quello della nostra orìgine stessa. E prima d'ogni cosa procureremo di ridurre entro i suòi giusti confini questa supposta necessità della madre, così per lo sviluppo embrionale dei figli come pel loro primo allevamento dopo la nàscita.

È proprio vero che la madre sia indispensàbile per queste due funzioni? Dovremo intanto riconòscere che ad una gran parte della madre non spetta alcuna ingerenza necessaria nell'adempimento delle dette funzioni. Per es. che cosa può importare per ciò che la madre posseda òrgani di locomozione più o meno perfetti od anche ne manchi interamente? E se la madre, oltre al mançare degli òrgani della locomozione, mancasse anche delle braccia, ne soffrirebbe la sua progenie? E se come delle braccia, mancasse della testa e del fègato, e della milza, e dei polmoni, e dei reni, e del cuore e dello stòmaco, e che in somma fosse in ogni sua parte demolita, purchè alla distruzione sopravvivèssero incòlumi l'ùtero e le mammelle, che convenientemente alimentati potèssero disimpegnare il loro incàrico fondamentale, le cose procederèbbero ugualmente bene come se la madre esistesse per intero. Dunque la necessità della madre ridotta ai mìnimi tèrmini si compendia tutta nella necessità di un ricettàcolo carnoso e di una glàndula, capace il primo di fornire l'alimento al germe nella sua vita embrionale, capace la seconda di fornire l'alimento all'èssere appena venuto alla luce.

Credo che non mi si vorrà opporre che tutte quelle parti della madre che ho dichiarate sopprimìbili sono anch'esse necessarie affinchè pòssano mantenersi nello stato normale le due supèrstiti; poichè, mentre si ammette che la testa potrebbe benìssimo vìvere e pensare distaccata dal busto, quando si trovasse maniera di fornirle il sòlito contingente di sangue arterioso, e di mano

in mano sottrarlo tosto che sia diventato venoso, è evidente che una qualunque parte del corpo deve poter vìvere e funzionare da sè, senza il concorso delle altre, purchè si trovi un modo qualsivoglia, mediante il quale la sòlita onda sanguigna non manchi di affluire per arrecare ad essa i materiali della vita. Quindi parmi dimostrato che invece di tutto l' individuo materno, per lo sviluppo del germe e la sua trasformazione in animale perfetto, altro non è necessario fuorchè un mùscolo, una glàndula e il lìquido richiesto alla loro alimentazione.

Ora facendo un passo più innanzi dobbiamo considerare che l'ufficio dell'ùtero è riposto nel dar ricetto all'embrione ed alla placenta entro cui questo s'involge, e a fornire continuamente alla placenta il sangue necessario per la nutrizione dell'embrione, dal che rilèvasi che l'ùtero può èssere supplito da qualunque altra cavità che possa prestarsi all'adempimento dei due uffici menzionati di sopra, il che significa che anche l' ùtero non è un vìscere strettamente necessario, cosa che vien comprovata da tutte le gravidanze extra-uterine. Ciò che pare assolutamante necessario per la nutrizione del feto è la placenta, ma questa non appartiene alla madre ma è un prodotto inerente al germe stesso. Pertanto se l' ùtero non serve che a fornire il sangue caldo e vitale alla placenta, e se le mammelle non sèrvono che a fornire al neonato il latte estratto dal sangue, si vede che la necessità della madre si riduce a quella del suo sangue e del suo latte, il che significa che quando si

possa in qualche modo supplire all'ufficio di questi due liquidi senza la cooperazione della madre, questa non è più necessaria, e si può sopprimere interamente.

Il caso degli animali degli altri òrdini e di tutti i vegetàbili è assài più sèmplice di quello che abbiamo considerato e la poca necessità degli òrgani materni per lo sviluppo dell' embrione apparisce per sè medèsima assài più chiara e più manifesta.

553. Da quanto si è detto risulta che per la produzione originaria degli animali degli òrdini superiori la prima condizione indispensàbile a verificarsi è la formazione di un lìquido che a somiglianza del sangue posseda tutti i requisiti necessarj per la loro nutrizione. In un lìquido che sia dotato di tali proprietà, esposto nel dèbito modo all' influenza degli agenti esteriori, è natùrale che i germi si svòlgano spontaneamente in copia grandìssima; poichè se il lìquido è atto a nutrire il germe in una fase qualunque del suo svolgimento, e lo nutre anche appena formato, e quando è formato a metà è l'atto nutritivo del lìquido che ne compie la formazione, è naturale che se anche la formazione del germe sarà appena iniziata essa si compirà per l'azione nutritiva del lìquido, e che sarà ancora questa attitùdine del lìquido a nutrire il germe quella che ne inizierà la formazione e che infine lo genererà. Se ne deduce che quando un liquido è capace di nutrire un germe in tutte le fasi del suo sviluppo, la formazione stessa del germe non è che il primo atto di questa facoltà nutritiva, e non può mancare di verificarsi. Se il

germe si produce in seno ad un liquido capace di nutrirlo in tutte le fasi del suo sviluppo, tutto il lavoro materno per lo sviluppo embrionale del germe è esercitato dal liquido stesso, e così la sua formazione per generazione spontanea non differisce sensibilmente da quella che si compie per le vie ordinarie. Vi è a presso a poco la differenza che corre fra una gemma che si sviluppa sopra un àlbero e forma un ramo, ed una gemma che, caduta sul terreno, prende radice e dà orìgine ad un àlbero nuovo. Ho detto *a presso a poco,* perchè quì la gemma nei due casi si suppone formata a spese del succhio che circola nell'àlbero stesso, mentre che, onde il pàragone calzazze perfettamente, avrebbe dovuto supporsi che una gemma si fosse formata a spese del succhio che circola nell'àlbero e l'altra gemma si fosse invece formata a spese di un succhio che non avesse mai circolato nel seno di alcuna pianta.

554. Resta a dirsi come possa avvenire che il germe cresciuto, spogliàtosi della placenta che aveva servito a succhiare per lui e a pòrgergli il nutrimento nella sua vita embrionale, cessata questa, trovi il nuovo lìquido necessario al suo nutrimento nelle condizioni mutate. Consideriamo come a ciò provvede la natura nelle vie ordinarie. La mammella esiste nella madre come conseguenza dello sviluppo normale del germe che ha dato ad essa l'orìgine, ma rimane inerte, affatto incapace di esercitare il suo uffìcio, finchè non senta una misteriosa influenza di un altro germe che va sviluppàndosi ed al quale essa deve preparar l'alimento. Se

nel caso nostro la mammella si organizzasse per l'influenza del germe nel seno stesso del lìquido che a lui serve di matrice e di nutrimento, e che poi per un'altra influenza del germe stesso, recàtosi verso la maturità della vita embrionale, diventasse atta a secèrnere dal lìquido da cui trasse l'orìgine quell'altro lìquido che deve servir di nutrimento all'èssere neonato, succederebbe una maraviglia che potrebbe riputarsi incredibile se non fosse, con un'ùnica differenza, la ripetizione della maraviglia che abbiamo più sopra ricordata e che continuamente si verìfica sotto ai nostri occhi. La differenza sta in ciò che nei casi ordinarj e ben constatati la prima formazione della mammella avviene per l'effetto di un germe a vantaggio di un altro germe, mentre nel caso ipotètico di cui ci occupiamo la sua prima formazione avverrebbe per l'effetto del germe stesso che se ne deve servire. È chiaro che questo caso è più sèmplice di quello, e che per conseguenza se quello si verìfica non si ha più il diritto di giudicar questo impossìbile.

È assài improbàbile che esista un modo di formazione primitiva degli èsseri viventi sostanzialmente diverso da quello che noi abbiamo delineato, imperocchè la natura non si dimostra mai in nessun caso così ricca di espedienti da ricòrrere a due mezzi affatto diversi per produrre il medèsimo effetto in circostanze alquanto variate. Il processo ch' ella segue in una circostanza è sempre idèntico a quello che segue nell'altra, con quelle sole più scarse modificazioni di cui non ha potuto dispensarsi per la ragione delle non idèntiche circostanze.

555. Pare che la formazione di un germe nel seno di un lìquido produca in questo una piccola modificazione che si estende tutt' all' ingiro fino ad una determinata distanza dal punto ove il germe si formò. In conseguenza di ciò quella zona di lìquido modificato acquisterebbe l'attitùdine a dar origine a germi qualche po' diversi da quello già formato. Colla formazione di questa seconda qualità di germi si neutralizzerebbe la modificazione ch'era stata prodotta nel lìquido il quale riacquisterebbe l' attitùdine di produrre germi idèntici al primo, e così i germi delle due qualità troverèbbero alternativamente lo stesso lìquido predisposto alla loro formazione. A questo modo si spiegherebbe il perchè dal medèsimo lìquido esposto alle medèsime circostanze dèbbano svòlgersi nella produzione d' una medèsima specie le due qualità di germi che dànno origine agli individui maschili e femminili.

556. È probàbile che tutte le specie di una stessa classe àbbiano tratta la loro origine da una sola qualità di lìquido esposto all' influenza di circostanze diverse; mentre invece è a crèdersi che gli èsseri viventi i quali appartèngono a classi diverse àbbiano tratta la loro origine da lìquidi di natura diversa. Ciò si deduce dal fatto conosciuto che per es. per tutta la classe dei mammìferi il sangue dell'uno può tener luogo del sangue dell' altro, cosicchè senza danno dell' individuo se ne può far la sostituzione, il che probabilmente non si potrebbe fare valèndosi del sangue di animali appartenenti a classi diverse.

Articolo X.

La generazione spontanea.

Fra le grandi scoperte che stanno maturando ci si presenta ormài in prima linea quella della generazione spontanea — Perchè la generazione spontanea degli infusori non ha per anco potuto èssere stabilita definitivamente — Tutti i germi nàscono nel seno di un liquido — Paragone fra la scoperta del fuoco e quella della generazione spontanea — Conseguenze di questa scoperta — Programma di esperimenti per risòlvere il problema della generazione spontanea — Èsseri più intelligenti dell'uomo.

557. Dopo le grandi scoperte della locomozione a vapore, della fotografia e della telegràfia elèttrica, abbiamo tutti la convinzione che il genio dell'uomo non si arresterà nel suo cammino di progresso indefinito, e che altre grandi scoperte saranno il frutto ed il premio della sua istancàbile operosità. Pure quelle tre che abbiamo di sopra accennato ci hanno per tal modo colpita l'immaginazione e abbarbagliata la mente che quasi ci mettiamo in contraddizione colle nostre stesse persuasioni e ci comportiamo come chi credesse che la potenza del genio umano siasi per qualche tempo esaurita e debba sostare nel suo cammino per la mancanza di scopi i quali pòssano règgere al paragone con quelli già ottenuti. I raggi del sole costretti a servirci in qualità di pittori, il fumo delle nostre pèntole diventato l'ànima di un potentìssimo e pur dòcile corsiero che ha la velocità dell'àquila e la forza di molti elefanti, la materia della fòlgore scagliata da un capo all'altro

della terra a tener viva la conversazione degli uòmini, quantunque divisi da mari smisurati e da inaccessìbili montagne, fùrono la verificazione di concepimenti così arditi e fantàstici che prima non si vagheggiàvano dalle menti esaltate se non che nella qualità di sogni impossìbili. Ebbene operati questi grandi miràcoli quali altri sogni rèstano ancora a verificarsi?

Due grandi scoperte si vèdono spuntar sull' orizzonte, l' una delle quali è sotto ogni rapporto paragonàbile alle descritte, l'altra si può dichiarare che a tutte sovrasterà. L' una già pubblicamente annunciata, già fatta il soggetto di studj importanti e di serj tentativi, consiste nel raccògliere ed accumulare il calore del sole, allorchè l' astro ce lo pròdiga in sovrabbondanza per potèrcene servire allorquando esso è tramontato al di sotto dell'orizzonte, ovvero quando ce lo dispensa troppo parcamente. L' altra è quella di rapire alla natura il segreto della sua potenza creatrice per cui ci sia possìbile a nostro piacimento evocare alla vita dal seno della terra ogni sorta di piante o di animali. Nè si creda che il proporci un tale scopo sia un presùmere troppo delle nostre forze. Ripeto ciò che già dissi. La natura non sa far le cose difficili se non che per mezzo degli èsseri intelligenti, e le combinazioni più difficili non le sa mèttere insieme se non che per mezzo dell'uomo. Dunque è manifesto che la natura non potrà far direttamente molte delle òpere nostre e che a noi deve èssere possibile il còmpiere tutte le òpere prodotte direttamente dalla natura. In quanto alla formazione delle

piante e degli animali, considerato che la natura li ha prodotti con tanta varietà, con tanta abbondanza e quasi si direbbe con prodigalità e con lusso, si capisce che la cosa non deve richièdere nè una grande complicazione di mezzi, nè condizioni molto difficili a procurare; si capisce infine che quando ci accingeremo seriamente alla soluzione del problema, arriveremo ad ottenere lo scopo senza incontrare tutti quèi grandi ostàcoli, anzi quegli ostàcoli insuperàbili, di cui fino al presente, senza alcun motivo che ci giustifichi, ci siamo compiaciuti di crèderlo da ogni parte circondato. Nè ci si opponga che i molti sforzi praticati per dimostrare la possibilità della generazione spontanea nei piccoli infusorj non hanno per anco prodotto risultati che siano inecceplbili. Ciò è naturalìssimo, ma ciò non ìmplica per nulla una maggior difficoltà di risòlvere il problema per gli èsseri di più gran mole e dotati d'un'organizzazione più complicata.

538. Nell'acqua inquinata da qualche materia orgànica in disfacimento non pòssono svòlgersi che quèi semplicìssimi organismi ai quali per sostentare la vita basta che circoli internamente l'acqua medèsima. Per me è cosa fuor d'ogni dubbio che quèi piccoli èsseri sono il prodotto d'una vera generazione spontanea, mentre se a provarlo non valèssero ad esuberanza i lavori del Pouchet in Francia e fra di noi le esperienze di Pàolo Mantegazza e di Giovanni Cantoni, basterebbe la considerazione dei pòveri espedienti a cui sono costretti a ricòrrere, per difèndere la propria opinione,

tutti coloro che della generazione spontanea si ostinano a negare la possibilità. Per essi i germi che si svòlgono nelle infusioni preesistèvano tutti nell'aria, e a milioni di tutte le qualità si depòngono in ogni luogo ove esistono le condizioni necessarie al loro sviluppo. Ma quest'aria di cui qualunque piccola particella dovrebbe considerarsi come un magazzeno fornito di tutti i germi possìbili, d'onde è mai che se ne è provveduta? Che quèi germi vi esistano da ogni tempo abbiamo già dimostrato al § 488, pàg. 549, non èssere possibile; che quèi germi prodotti dagli èsseri di cui sono destinati a perpetuare la specie siano nati nell'acqua e poi volati nell'aria è cosa che apparisce anch'essa destituita d'ogni verosimiglianza; e però la loro presenza nell'aria non si potrebbe spiegare se non che per mezzo di una generazione spontanea sia che questa intèndasi effettuata nel seno stesso dell'aria, o in qualche punto della superficie terrestre asciutta dove, di quèi germi, non trattenuti dalla loro aderenza per l'acqua, abbia potuto l'aria facilmente impadronirsi. È adunque inùtile il negar la generazione spontanea nel seno delle infusioni se la supposta preesistenza dei germi in seno all'aria non si può ragionevolmente spiegare fuorchè col mezzo della generazione spontanea. Del resto è soltanto per l'estrema esiguità, anzi per l'invisibilità, dei germi di quèi piccoli viventi ch'egli è possìbile il dibàttersi così ostinatamente contro l'imponenza dei fatti. Certo che se si vedesse in un'infusione svòlgersi uova di gàmberi o di storioni e da esse nàscere crostacei o pesci a nessuno verrebbe

in mente di sostenere che i germi di quelle uova galleggiàvano nell'aria e che se si svòlsero in seno al lìquido egli è soltanto perchè quelli che in esso si depòsero vi trovàrono le condizioni opportune al loro sviluppo.

559. Quì ricordo come l'ùnica difficoltà alla produzione dei più svariati organismi consista nel saper trovare o comporre il lìquido orgànico procreatore. Noi abbiamo già fatto un cenno al § 553, pàg. 653, dei requisiti che un tal liquido deve possedere, e quasi si potrebbe crèdere ch'esso dovesse consìstere nel sangue che cìrcola nell' organismo già formato e serve a nutrirlo. Ma ciò non è nè deve èssere. Che ciò non sia ci vien dimostrato dal fatto che il sangue separato dall'animale a cui appartiene, si raggruma e si decompone, nè si vede vivificarsi colla generazione di germi che riprodùcano il tipo dello stesso animale o d'altri animali ad esso affini. Che poi ciò non debba èssere si desume dal vedere come nell'interno del corpo della madre quella gocciolina di lìquido che si convèrte nel germe dell'uovo non sia fatta di sangue ma d'un altro liquido elaborato bensì dal sangue per l'azione dell' ovaja, ma divenuto da esso assài diverso appunto per la elaborazione a cui andò soggetto. Però la formazione di questo lìquido ovìgeno o di altro lìquido ad esso affine e dotato delle medèsime proprietà, tosto che i chìmici la tenteranno seriamente, finirà col diventare un fatto compiuto, e allora gli animali e le piante si potranno far nàscere a nuovo come la prima volta che appàrvero sulla terra a salutare la luce. Nè l' uomo potrà fare eccezione in

quanto che la sua prima origine non può èssere stata essenzialmente diversa da quella degli altri animali.

Queste considerazioni a primo aspetto dèvono parere assài strane: lo parranno meno tosto che vi si avrà qualche poco riflettuto: parranno infine naturalìssime tosto che vi si avrà riflettuto abbastanza.

560. Pensiamo che per lunga serie di sècoli si è universalmente creduto che il fuoco non potesse èssere propagato se non che per figliazione di quello ch'era già acceso. Ci testìficano questo fatto le sacre istituzioni di cui era piena l'antichità per la conservazione del fuoco, e le pene gravissime inflitte a quegli infelici che per disattenzione o per distrazioni procurate da forza maggiore, lasciàvano spègnere la sacra favilla ad essi affidata. Chi allora avesse osato di annunciare che prevedeva un tempo nel quale il fuoco spento avrebbe potuto riaccèndersi con tutta facilità sarebbe stato accusato di stoltezza e di empietà. E quelle istituzioni avèvano messa tanta radice che duràrono molto tempo ancora dopo che avèvano perduto il loro pràtico significato, essèndosi già discoperti varj fàcili mezzi di accèndere il fuoco spontaneamente. E mentre tante antiche generazioni si succedèttero seriamente preoccupate del timore di pèrdere il fuoco di cui la riaccensione era giudicata impossìbile, ora noi cominciamo ad èssere seriamente preoccupati dei perìcoli in cui c'involge la soverchia facilità di poterlo suscitare. Quanto è succeduto pel fuoco sta per succèdere per la riaccensione delle fiammelle vitali.

561. La molta renitenza che noi generalmente proviamo ad ammèttere una tale possibilità deriva in gran parte dalla considerazione delle fondamentali alterazioni che un sìmile fatto apporterebbe in tutta la serie delle nostre più radicate credenze e dei nostri rapporti sociali.

Se potèssimo evocar gli uòmini a nostra volontà dal grembo di un lìquido orgànico da noi prodotto, dovremmo necessariamente rinunciare alla credenza di èssere tutti discesi da un' ùnica coppia, il che è pure il fondamento su cui più saldamente si appoggia il sentimento dell' umana fraternità, che alla sua volta è la base dell' umana civiltà e del progresso sociale. Per nostra fortuna però questa base è stabilita anche in altro modo troppo solidamente perchè ci sia perìcolo che possa mai èssere rovesciata.

562. Il sangue che scorre nelle vene di ciascun individuo proviene dalla mescolanza del sangue di quèi due individui che hanno dovuto necessariamente partecipare alla sua formazione. E questo fatto della necessìtà di due persone per la procreazione di ciascun individuo, a breve andare, moltìplica sì fattamente le parentele da rèndere affatto eccezionale e sommamente improbàbile il caso di due individui che tra i loro ascendenti non còntino un qualche progenitore comune. Infatti se si escludesse il caso delle parentele moltèplici, siccome ad ogni individuo bisognerebbe supporre 4 avi diversi, 8 bisàvoli, 16 arcàvoli e così di sèguito, avverrebbe che, ammessa ben anche, come al § 501, pàg. 569, l'esistenza di sole 240 generazioni successive,

il nùmero delle coppie progenitrici di ciascun individuo dovrebbe èssere rappresentato da $2.^{240}$ che, come si è già veduto nel citato paràgrafo, consta di 73 cifre, ed è tanto enorme che lo spazio di cento universi non basterebbe a contenerle. Onde ridurre questo immenso nùmero ai veri suòi lìmiti siamo costretti a ritenere come rarissimo ed eccezionale il caso di nozze contratte fra due individui scevri affatto di qualunque grado di parentela, il che signìfica èssere quasi impossìbile il trovare due individui che non àbbiano comune un qualche progenitore. E però la fraternità materiale deve ritenersi esìstere fra tutti i viventi anche senza èssere costretti a salire fino alla lontanìssima fonte della loro prima origine. Essa riposa sopra fondamenti inconcussi e nulla ha perduto perchè la scienza sia venuta a sostituirsi alla leggenda.

D'altronde questo pròvvido fatto della dualità della nostra orìgine vale a svòlgere e a promòvere nell'ànimo di chi riflette, il sentimento della fraternità in un modo efficacìssimo a paralizzare le fonti delle umane avversioni ed a moltiplicare quelle della reciproca benevolenza. Noi siamo istintivamente portati ad amare noi stessi sopra ogni altra cosa e al di là d'ogni ragione: esaltiamo i nostri mèriti, abbiamo grande indulgenza pei nostri difetti, vivìssima compassione pei nostri mali, e questa indulgenza e questa compassione si estèndono anche ai difetti e ai mali degli altri, quando abbiamo la persuasione d'èssere noi stessi predisposti a soggiacervi. Così per es. quando si vede qualcuno inciampare

o cadere, persuasi come siamo che un tal caso non ci debba succèdere, chi non è d'ànimo squisitamente delicato, invece di provar pena o compassione, non può trattenersi da un sorriso motteggiatore. Un uomo che muore si dimostra ben più impotente e ridicolo di un uomo che cade, eppure chi non è compreso da un sentimento di profondissima compassione dinanzi al letto d'un moribondo? D'onde ha origine una sì grande differenza? Guài pei pòveri morenti se il caso della morte fosse un'eventualità che toccasse a pochi in via di eccezione! Un simile avvenimento formerebbe, chi sa per quanto tempo, il soggetto delle facezie di tutti gli oziosi della comunità. Così pure se non perdiamo il rispetto ai vecchi ad onta dei loro difetti, e se siamo indulgenti per le loro debolezze, egli è perchè sentiamo che anche noi diventando vecchi siamo destinati a rassomigliarli. Ebbene egli è certo che quando alcune qualità a noi ripugnanti ci rèndono odioso l'individuo che le possiede, ci abbandoniamo ad un sentimento di avversione che o non nascerebbe o sarebbe per lo meno mitigato, qualora noi riflettèssimo che quelle stesse qualità avrèbbero assài facilmente potuto appartenere a noi stessi, sol che i matrimonj dei nostri progenitori si fòssero un po' diversamente intrecciati. Il che porge un'altra prova della bontà d'una mia vecchia opinione, cioè che il nostro insano egoismo diventerebbe una fonte attivissima di nòbili affetti qualora fosse un po' più illuminato.

363. La facoltà di far nàscere a nostro piacimento animali di qualunque specie centuplicherebbe la potenza

dell' uomo, e sarebbe una conquista preziosissima per le scienze naturali. Stupenda cosa per certo il potere evocare dal loro antico sepolero le forme perdute, e il chiamare in vita forme affatto nuove non viste mai nè tra i viventi, nè tra i fòssili! E questi vèrgini animali sorgèrebbero dotati del più flòrido vigore e sarèbbero veri modelli nel loro gènere, perchè non risentirèbbero i mali trasmessi in eredità dalle generazioni passate. Ma appunto in ragione della straordinaria potenza che dal possedimento di una tal facoltà all'uomo deriverebbe, è certo che il suo esercizio non si potrà lasciar libero a tutti, ma che dovrà èssere concesso a pochi e regolato con leggi severe. Vi sono leggi che vietano la fabbricazione delle pòlveri esplosive e tanto più vi saranno leggi che vieteranno la fabbricazione degli èsseri viventi.

Il pregio della vita cadrà molto in ribasso: varie credenze pressochè universali verranno interamente cambiate, e tutti i nostri vecchi rapporti sociali subiranno grandissime modificazioni. A questa grande scoperta che segnerà un' èra nella storia della scienza terrà dietro necessariamente la più grande di tutte le rivoluzioni sociali. Le idèe degli Enciclopedisti rimarranno in arretrato, le aspirazioni della grande rivoluzione francese saranno soverchiate. E il progresso si otterrà pacificamente pel solo effetto di una scoperta scientìfica! Io la chiamo con tutti i mièi voti e invidio quelli che nasceranno dopo il suo avvenimento. Mettiàmoci adunque all' òpera alacremente onde affrettare, per quanto sia

possìbile, il raggiungimento dello scopo vagheggiato. La via sarà certamente lunga e scabrosa, ma ve n'ha una nella quale ogni più piccolo acquisto compenserà largamente le fatiche sostenute per ottenerlo.

564. Bisogna dalla madre tògliere il feto prima della sua maturanza e trovar modo ch'esso possa règgersi in vita quantunque fuori dell'alvo materno. Gli esperimenti si potranno fare sui conigli o sui porcelli d'India, due specie molto econòmiche, domèstiche e prolifiche.

Impariamo a tener vivo il feto tolto alla madre un giorno prima della di lui nàscita; poi separiàmolo due giorni prima e poi tre e così di sèguito fino a che si arrivi ad emancipare dal bisogno della madre l'uovo appena fecondato, e più tardi si giunga a impadronirsi anche dell'uovo avanti della fecondazione e a farlo fecondare all'esterno e finalmente impadronitisi del lìquido che dà origine all'uovo e di quello che vale a fecondarlo si possa fare interamente astrazione dell'uno e dell'altro parente.

Nè mi si obbietti che per tentar questi esperimenti bisogna aver già una preventiva cognizione dei lìquidi indispensàbili alla loro esecuzione, mentre che se questi lìquidi fòssero conosciuti il problema sarebbe risolto e gli esperimenti e gli studj diventerèbbero inùtili. Egli è appunto alla ricerca di tali lìquidi che tutti gli sforzi degli esperimentatori dèvono èssere diretti. L'uno di essi sarà per certo molto anàlogo al sangue, l'altro molto anàlogo al lìquido seminale, e forse questi stessi potrèbbero valere quando si trovasse modo di conservarli, per

un tempo sufficiente, plutònici e inalterati fuori dal corpo degli animali da cui fùrono tratti, o fuori dal crogiolo entro il quale fùrono fabbricati.

In ogni modo gli esperimenti, quali fùrono di sopra indicati, non dèvono èssere i primi ma invece gli ùltimi ad eseguirsi nella lunga e disagiata via che ci sta aperta davanti per tentar di risòlvere compiutamente l'ardito problema. Per gli animali ovìpari una parte della strada è già fatta, pei pesci nei quali la fecondazione dell'uovo avviene dopo la sua deposizione, ne è già fatta una porzione più grande. Per le piante la strada è già fatta quasi per intero, e pei pìccoli organismi che nàscono in seno alle infusioni la strada che ho additata sarebbe già compiutamente percorsa.

Converrebbe pertanto incominciar gli esperimenti sui vegetàbili, e tentar per es. di far maturar l'uva sopra un tralcio di vite staccato dalla pianta con gràppoli acerbi. Il modo di alimentare il tralcio col succhio istesso della vite opportunamente cambiato a norma del progresso che fanno i gràppoli verso la maturanza non è difficile ad immaginarsi. Gli esperimenti quali fùrono indicati da principio dèvono riserbarsi pel coronamento dell'edifizio.

565. E se mai accadesse che, una volta aperta la via alla formazione di nuovi animali, qualcuno ne sorgesse che manifestasse maggiore intelligenza di noi, come mai lo accoglieremmo? Se le parole stèssero a buona guarentigia dei fatti, dopo èsserci tanto sfiatati per milioni di bocche, dai tempi più antichi fino al dì d'oggi,

a predicare, a magnificare, a sgombrar la via al progresso, invocàndolo da tutte le parti come l'ùnico scopo ragionèvole della comune operosità dell'umana famiglia, dovremmo salutare il nuovo arrivato, più intelligente di noi, come la verificazione del nostro supremo desiderio, e quindi accarezzarlo, festeggiarlo ed appianargli il cammino affinchè potesse distèndersi sulla terra e prosperare. È però molto a dubitarsi che il nostro contegno alla prova dei fatti finirebbe ad èssere tutt'altro. Non sarebbe la prima volta che noi desideriamo ciò che non c'è a condizione che non debba mai effettuarsi. Io credo che noi ci affretteremmo a ricacciare nel nulla quei primi èsseri nei quali vedèssimo risplèndere un'intelligenza più della nostra luminosa, e che c'interdiremmo rigorosamente il pericoloso capriccio di richiamarne di nuovo qualcuno alla vita. Noi siamo troppo gonfi dell'impero assoluto che esercitiamo sulla terra, non siamo disposti per nulla ad abdicare, e non ci presteremo ad atto alcuno che possa rèndere dubbioso il nostro dominio o ci possa condurre ad èssere esautorati. Evviva dunque il progresso, purchè il progresso si verìfichi impercettibilmente e non frapponga alcuna sensìbile barriera fra ciò che siamo e ciò che aspiriamo a diventare. Ma se noi vogliam tener salda così tenacemente la sovranità della terra mettiàmoci almeno in grado di esercitarla con saggezza e con amore; assecondiamo coll'òpera nostra l'òrdine provvidìssimo della natura, e governiamo le cose per modo che il maggior bene possìbile si diffonda sopra tutti gli èsseri vivi,

siano sradicati tutti i mali non necessarj e ridotti entro i mìnimi limiti quelli inevitàbili. La miseria è una lebbra infesta di cui non dèvono restare nemmeno le tracce. La terra può certo produrre abbastanza per dare alimento ad una popolazione dècupla dell' attuale, e noi finora siamo riusciti ad ottenere che più della metà della popolazione umana soffra le spaventèvoli strette della fame! Inoltre gli atti bàrbari e feroci che abitualmente pratichiamo a tormento inùtile degli altri animali rèndono una troppo trista testimonianza contro il nostro modo di esercitare un impero che ci fu conferito dalla nostra superiore intelligenza, ma che finora ha tutto l'aspetto di non èssere che un'usurpazione fondata sulla maggior forza materiale. Quando avremo imparato a rispettare i diritti fondamentali dell'esistenza in tutti gli èsseri che possèggono il dono della vita, e quando il vocàbolo *fame* sarà registrato nei dizionarj di tutte le lingue come una parola antiquata, allora soltanto potremo provare un legìttimo orgoglio della nostra supremazìa, divenuta un beneficio per tutti i viventi, e per noi una fonte indefettìbile di nobilìssime soddisfazioni e di dolcìssime compiacenze.

APPENDICE

APPENDICE

IMPORTANZA SCIENTÌFICA DEI PLUTONJ

La vita minerale — La geologia sperimentale — Confronto tra il mètodo geològico sperimentale e il mètodo comunemente usato — I geòlogi conòscono meglio la teorìa dei vulcani che non quella della formazione delle montagne — Col mètodo sperimentale si pòssono studiare ugualmente bene i vulcani e le montagne — Ragione della disparità dei risultati a cui si giunse usando i due mètodi — Riassunto dei principali risultati ottenuti col mètodo sperimentale — Vantaggi di cui le scienze naturali sono debitrici al plutonio.

566. Tra i molti fatti messi in chiaro dagli studj plutònici e che passerò in rassegna nella presente Appendice, io penso che per scientìfica importanza a tutti sovrasti quello in virtù del quale si è potuto stabilire un legame sòlido e naturalìssimo tra la fisiologia e la geologìa. Prima che i plutonj fòssero debitamente presi in considerazione, l'universo ritenèvasi costituito come di due parti affatto staccate, il mondo della materia bruta e quello della materia vivente, il primo, figlio della natura, il secondo, frutto del miràcolo. Il plutonio c'insegnò che oltre alla vita animale e vegetale esiste una terza specie di vita la quale si manifesta

nella materia minerale, e così il mondo della materia vivente fu arricchito di un terzo regno, il quale si era indebitamente dimenticato nel mondo della materia bruta; ora il fatto solo di aver potuto commèttere una sì grave dimenticanza dimostra bastantemente come non fòssero tanto spiccati e recisi i confini dei due mondi, e come tra essi non esistesse quella barriera insormontàbile che tutti i profani alla scienza e quasi tutti gli scienziati s'èrano compiaciuti d'immaginare. V'è di più che una volta posta fuori di dubbio l'esistenza della vita minerale, si riuscì a mèttere in evidenza come la materia bruta potesse da sè stessa con tutta facilità organizzarsi e diventare vivente, e come al caso la si potesse costringere ad organizzarsi per mezzo dell'arte. E così si potè assistere a fatti svariatìssimi e incontrastàbili di generazione spontanea, tanto verificàtisi da sè, quanto per mezzo di esperimenti. Colmata la grande lacuna, ristabilita l'unità dell'universo, il plutonio ci fornì un mezzo efficacissimo per sottoporre ad esame tutti i fenòmeni della vita, e così atterrar pregiudizj secolari e additar verità non ancora sospettate. Si è riconosciuto che dèvonsi attribuire alla forza plutònica tutti quèi fatti straordinarj di cui prima si soleva gratificare una specie di forza occulta cui dàvasi il nome di forza vitale, e si è visto come la forza plutònica sia l'artista della natura, e si dèbbano ad essa quelle leggiadre e svariatìssime forme che conferìscono una così insigne bellezza a tutti i corpi viventi. Infine colla guida del plutonio, recàndoci sempre più in alto,

abbiam potuto far discèndere qualche raggio di luce anche attraverso ai fenòmeni, ancora tanto ribelli alla scienza e così misteriosi, della vita intelligente e cosciente. Però sono obbligato a riconòscere che tutta questa parte importantìssima del mio studio plutònico, è nata precocemente, e in un ambiente scientìfico non ben preparato ad accòglierla. Gli scienziati grideranno allo scàndalo, saranno maravigliati della mia temerità, ed io dovrò percòrrere tutta la scala delle disapprovazioni, dai rimpròveri affettuosi degli amici fino ai biàsimi avvelenati degli avversarj. Ebbene preparato anticipatamente a questo supplizio mi vi rassegnerò attendendo la giustizia dagli scienziati futuri, e sperando che qualcuno dei più giòvani possa di già sòrgere a prèndere le mie difese. Ma v'è un'altra parte de' miei studj, fatti per mezzo del plutonio, che tròvasi in condizioni molto migliori. Parlo della parte geològica, dove la luce tramandata dal plutonio è tanto raggiante che deve èssere ben cieco chi non la vede. Se i geòlogi vorranno prèndere nella dèbita considerazione la serie dei fatti che troveranno schierati in questa Appendice, credo che cesseranno dalla loro sistemàtica ostilità e volonterosi si uniranno a me nel coltivare una pianta che, nata per caso nelle mie mani, fece già dono alla scienza di copiosi e nòbili frutti.

567. Mentre io, dèdito interamente a studj di matemàtica pura, non li interrompeva che per moltiplicare i tentativi diretti a conservar le sostanze animali, ignaro e non curante della geologia, mi capitò sotto

gli occhi un fenòmeno inaspettato, che sembrava contener la spiegazione dei fenòmeni fondamentali di questa scienza. Io vi concentrài sopra la mia attěnzione, cercài d'impadronìrmene, e non mi stancài di riprodurlo a centinaja di vǫlte sotto le sue forme più svariate. Con ciò, senza uscir di casa e senza aprire alcun libro, potèi acquistare più cognizioni di geologia che se avessi percorsa tutta la terra palmo a palmo e avessi consumato gli occhi sopra i volumi della scienza. Èrano però vère cognizioni di geologìa quelle, che io aveva acquistato, od era invece quanto m'era passato sotto gli occhi nei mièi esperimenti una specie di fantasmagorìa geològica sènz' alcuna soda radice od alcun giusto riscontro nel mondo reale? In me era nata la persuasione che avessi veramente trovato il mètodo più efficace, più còmodo e più sicuro di approfondire lo studio della geologìa e, mancàndomi i mezzi di recarmi a visitar le montagne e i vulcani, credeva in buona fede di potèrmene dispensare, dopo che aveva trovato la maniera di costrìngere le montagne e i vulcani a venire da me a farsi vedere. E ch' io avessi ragione ecco le prove.

Dopo aver visto fedelmente riprodursi i fenòmeni geològici più volgari, quelli di cui io stesso aveva qualche conoscenza, ebbi occasione di osservare una numerosa serie di fenòmeni, dei quali io non sapeva che esistèssero i corrispondenti sulla superficie della terra. Ed io chiamo fortunata questa ignoranza, perchè molto mi giovò a rèndere più salda, anzi, vorrèi dire incrollàbile, la mia persuasione. Sinchè riproduceva

sperimentalmente fenòmeni conosciuti, poteva sempre restar dubbioso d'averne ottenuta un'imitazione forzata con qualche mezzo soverchiamente artificioso; poteva temere d'èssermi accontentato di qualche esterna rassomiglianza superficiale e d'averla con troppa indulgenza sostituita alle vere equivalenze sostanziali. Ma questi errori non èrano più ammissibili, quando non era io che coi mièi esperimenti cercassi d'imitare la natura; ma, producendo invece modelli senza esemplari, poteva più tardi, con singolar soddisfazione e pari sorpresa, accertarmi che altri modelli affatto sìmili ai mièi èrano già stati dalla natura anticipatamente prodotti. Quando potèi constatare nel modo più positivo e irrecusàbile che i mièi esperimenti mi rivelàvano una serie di fenòmeni geològici, della cui esistenza io prima non aveva nemmeno il sospetto, entrài in possesso di una delle prove più cospicue e più squisite della sostanziale identità del processo, tenuto dalla natura nella produzione dei fenòmeni geològici, con quello da me posto in azione per praticare i mièi esperimenti. Seguendo questa via sperimentale io ho potuto in breve tempo acquistar cognizioni chiare e sicure sui fenòmeni fondamentali della scienza geològica, e limitatamente al campo di tali fenòmeni io, novizzo inesperto, ho potuto mèttermi in grado di giudicare la scienza altrùi, distinguendo quèi fatti dei quali i geòlogi, quantunque ignari del mètodo sperimentale, avèvano potuto scoprire le vere cagioni, e segnalando i motivi, pei quali la spiegazione degli altri aveva dovuto ad essi sfuggire.

568. I fenòmeni che andàvano svolgèndosi ne' mièi esperimenti separàvansi naturalmente in due serie; cioè, quella dei fenòmeni plutònici, tra cui primeggiava la formazione delle montagne, e quella dei fenòmeni vulcànici, attinenti o derivanti dalla formazione dei vulcani. Così io potèi studiare montagne e vulcani nel medèsimo tempo e coi medèsimi mezzi. Pubblicài fino dal 1851 quanto aveva imparato circa il fenòmeno della formazione delle montagne e mi riservài a pubblicare più tardi quanto si riferiva all' altro grande fenòmeno della formazione dei vulcani. Sperava che la prima parte avesse dovuto interessare i geòlogi e che da essi non mi sarebbe mancato qualche incoraggiamento, o qualche ajuto, per la pubblicazione dell'altra parte. Quali incoraggiamenti, o quali ajuti mi fòssero dati è abbastanza noto; il fatto è ch'io dovetti sospèndere la pubblicazione della seconda parte per venti lunghi anni e, che senza la protezione del Ministro Natoli e la generosità dell'Avvocato Ottolenghi, non sarèi forse mai più riuscito a pubblicarla. Se, all'apposto di quanto praticài, avessi mandato innanzi per prima la parte risguardante i vulcani, avrèi forse incontrato una sorte migliore. La mia teorìa delle montagne era troppo nuova, troppo diversa, troppo in opposizione con quelle, che èrano dai geòlogi professate, e quindi doveva èssere da loro male accolta: invece la mia teorìa dei vulcani s'accorda in grandìssima parte con quella, ch' è dai geòlogi più generalmente seguita e quindi poteva sperare che non sarebbe stata rifiutata. Per combàttere la mia teorìa

avrèbbero dovuto incominciare ad àrdere i loro libri e a rinnegare i loro proprj lavori. Ora dirò, come sìasi verificato questo doppio fatto di una così grande conformità di vedute per quanto risguarda i vulcani e di una così grande discordanza per quanto si riferisce alle montagne. Premetterò che essi non apprèsero nulla da me, com' io non appresi nulla da loro; e che siamo giunti a conclusioni, ora concordi, ed ora opposte, dopo aver camminato per vie affatto diverse, cioè, io confidando unicamente nelle indicazioni fornitemi da' mièi esperimenti, ed essi invece riportàndosi esclusivamente alle osservazioni praticate nell' esaminare la terra. Allorchè, camminando per due vie diverse, si giunge ad un' identica conclusione, si può crèdere che le due vie èrano ugualmente buone e che la conclusione sia stata logicamente dedotta e saldamente stabilita. Invece allorchè, seguendo le due vie, si giunge a conclusioni contrarie, è certo che almeno una delle due vie non è stata buona, e che almeno una delle due conclusioni non è secondo la verità e deve rifiutarsi. Io potèi studiare la formazione delle montagne e dei vulcani camminando per un' ùnica via ed usando un mètodo solo. Non così avvenne ai geòlogi, i quali per istudiare i vulcani trovàrono una via più fàcile ed èbbero a disposizione un mètodo assài più efficace, che non per studiare le montagne. Hanno potuto assìstere coi loro occhi a molti grandi atti della formazione dei vulcani, per cui pòssono quasi vantarsi d'averli studiati anch'essi in un modo sperimentale; se non che gli esperimenti

grandiosissimi, a cui assistèttero, non fùrono preparati da loro, ma ad essi spontaneamente offerti dalla natura. La scala grandiosa, sotto cui si effettuàrono quèi naturali esperimenti procacciò ai geòlogi il vantaggio di poterli studiare nelle più minute particolarità, ma rese ad essi difficile il riassùmere tutta la serie dei fenòmeni successivi sotto un ùnico punto di vista, cògliere il nesso che li lega dal principio alla fine e formàrsene il concetto complessivo. In somma restò ad essi facilitato lo studio analitico e reso assài difficile lo studio sintètico. Fra chi guarda il globo terrestre sotto le sue proprie dimensioni e chi lo guarda rimpicciolito alle dimensioni d'un ordinario mappamondo c'è questa notàbile differenza, che il primo potrà meglio riconòscere i caràtteri che distinguono le diverse parti, mentre l'altro è in condizione più favorèvole per afferrare i caràtteri che appartèngono al corpo complessivo.

569. Per lo studio della formazione delle montagne sarebbe stato ai geòlogi di gran sussidio il potere assistere a qualcuno degli atti della loro evoluzione, come il potèrono per l'evoluzione dei vulcani. Egli è perciò ch'essi conòscono assài meglio la storia naturale dei vulcani, che non quella delle montagne; e che, se ad essi domanderemo, per es., per qual ragione i vulcani affèttino così spesso forme còniche, o per qual modo sul fianco degli stessi siansi così frequentemente alternate le pietre massiccie coi materiali incoerenti, risponderanno senza esitazione, come chi è sicuro del fatto suo ed ha la convinzione della propria opinione; mentre

che, se invece li richiederemo del perchè così frequentemente le montagne presèntino all' alto punte acuminate, o creste sottili, risponderanno incerti e confusi, o cercheranno di evàdere la domanda, trinceràndosi sotto il còmodo patrocinio dei guasti, cagionati dalla vetustà e dalle intemperie. È certo che, se avèssero potuto assistere a qualche atto della formazione delle montagne, avrèbbero acquistato anche di questo fenòmeno cognizioni chiare e precise, come le hanno sui vulcani, e a molte questioni saprèbbero rispòndere, sulle quali fino ad ora non crèdon nemmeno conveniente che si richiami la loro attenzione. Ciò ch' io vorrèi che mi fosse concesso e che mi sembra non debba potèrmisi rifiutare, si è che i geòlogi, avendo potuto studiare i vulcani mentre sono ancora in azione e non avendo potuto studiar le montagne che quando era in esse cessata ogni traccia di attività, dèvono èssere più sicuri d' aver cognizioni esatte e positive circa i fenòmeni, presentati dai vulcani, che non circa quelli che vèngono presentati dalle montagne. Di queste potèrono soltanto esercitarsi ad anatomizzare il cadàvere; di quelli èbbero opportunità di studiare anche l' organismo in azione. Ed è specialmente sul fondamento de' fenòmeni, visti a verificarsi sotto ai proprj occhi, ch'essi giùnsero a costruire in fatto di vulcanismo un edifizio veramente sòlido e veramente in armonìa colle esigenze della lògica e delle scienze naturali. Ma i fenòmeni, presentati dai vulcani in azione, sono abbastanza complessi per poter asserire con sicurezza che, a chi non li avesse

mai visti a verificarsi, non sarebbe riuscito di poterli indovinare. Consùltino i geòlogi la loro coscienza, e poi dicano sinceramente a che si ridurrèbbero le loro cognizioni sui vulcani, qualora se ne detraèssero tutte quelle che acquistàrono nel vederli in azione. Se dei vulcani non avèssero mai visto altro fuorchè la conformazione e la compàgine esteriore, forse non avrèbbero nemmeno creduto che potèssero prestare il soggetto di studj particolari; li avrèbbero confusi colle montagne e giudicati di queste una sèmplice varietà, non meritevole di alcuna particolare attenzione. Se ne conclude, che avrèbbero pressochè ignorata persino l'esistenza del vulcanismo. Se adunque tanto sanno i geòlogi sui vulcani, perchè li hanno visti in azione, e tanto poco ne saprèbbero, se non li avèssero imparati a conòscere che dopo il loro totale spegnimento, come mai pòssono lusingarsi di conòscere molto addentro i fenòmeni della formazione delle montagne ai quali non hanno mai assistito? Nell'impossibilità d'indovinarne la vera teorìa, essi si permìsero di crearne alcune di loro fantasìa, le quali, nella mancanza dei fatti, con cui saggiarne il valore, non avèvano in sè alcuna ragione perentoria, che ci obbligasse ad accettarle, o che ci costringesse a respìngerle.

570. Ora vi è un fatto nuovo, che ci fornisce il mezzo di valutare giustamente l'attendibilità di queste teorie; si è trovata la pietra di paragone per esperimentarne la bontà, il vaglio per sceverare la verità dall'errore; vi è il plutonio artificiale, vi sono i mièi esperimenti. Io con questi ho potuto simultaneamente

studiare la formazione delle montagne e quella dei vulcani; e, facendo completa astrazione dai fenòmeni, che sulla superficie della terra presèntano le vere montagne e i veri vulcani, non trassi alcun ajuto dalla circostanza che vi sono ancora molti vulcani in istato di attività, nè mi fu d'impedimento la circostanza che lo stato di attività non si può più cògliere per alcuna montagna. Il mio *Studio sperimentale sulle Montagne e sui Vulcani* sarebbe riuscito ugualmente completo, se anche il nostro globo fosse stato tutto liscio come la superficie del mare e non presentasse alcuna traccia nè di monti, nè di vulcani. Però, a stabilir sodamente che il mètodo da me seguito può servir di norma, come io pretendo, per giudicare la bontà degli altri mètodi, fa d'uopo prima d'ogni cosa che sia posta fuori di questione la sua superiorità sopra gli stessi. Ma ormài riesce assài fàcile il mèttere in piena evidenza una tal verità. Intanto farò osservare che il mio mètodo, o è fondamentalmente sbagliato e non ha alcun rapporto colla geologia e non spiega nè montagne, nè vulcani, od è fondamentalmente buono in tutta la sua estensione; perchè i fenòmeni ch'esso produce sono così strettamente tutti fra loro legati, che non è possìbile lo scìnderli in due ed accettarne alcuni come geològici, e gli altri no. O i mièi pìccoli vulcani non hanno a che fare coi vulcani naturali, e allora anche le mie piccole montagne non avranno a che fare colle montagne della terra; o si ammette che i mièi pìccoli vulcani rappresèntino fedelmente i vulcani terrestri, e allora non v'è alcuna

ragione per ostinarsi a dichiarare che le mie piccole montagne non rappresèntino con ugual fedeltà le montagne della terra. Ma i geòlogi non pòssono rifiutarsi a riconòscere l'eccellenza del mètodo, da me impiegato per lo studio dei fenòmeni vulcànici; d'onde segue che non si può negare la bontà del mio mètodo anche quando fu adoperato per lo studio dei fenòmeni delle montagne. Studiando col mezzo del plutonio i fenòmeni vulcànici, potèi così perfettamente esaurir l'argomento che più non mi avvenne di trovare alcun fatto nuovo, nè visitando i vulcani, nè leggendo le òpere dei geòlogi, che ne fanno discorso. Ciò posto, per dubitare della bontà del mètodo bisognerebbe crèdere all'assurdo ed al miràcolo: all'assurdo che un mètodo cattivo dovesse dare òttimi frutti, ed al miràcolo che si potesse in breve tempo apprèndere ed approfondire la geologia, trastullàndosi con giuochcrelli affatto estranei a questa scienza.

571. Riconosciuta la bontà del mio mètodo che, nello studio dei fenòmeni vulcànici, mi ha condotto a risultati in gran parte conformi a quelli a cui giùnsero i geòlogi, come mai avvenne che, applicato alle montagne, mi conducesse a stabilire una teoria così diversa da quelle dai geòlogi professate? La risposta a questa domanda è talmente preparata dalle premesse che ognuno può con tutta facilità indovinarla. In fatto di fenòmeni vulcànici i geòlogi si tròvano d'accordo con me, perchè ad istudiarli èbbero aperta una via che si assomiglia a quella da me tenuta e che è quasi buona quant'essa; e in fatto di montagne noi non ci

troviamo d'accordo, perchè ad istudiarle con frutto i geòlogi non èbbero aperta alcuna via che si assomigliasse a quella da me tenuta. Io dico che, se i geòlogi avèssero potuto assistere al lavoro di qualche montagna durante le fasi di sua formazione, avrèbbero saputo, come fècero pei vulcani, accostarsi alla vera teorìa, e non professerèbbero opinioni tanto dalle mie discordanti.

Non asserisco che tra i geòlogi e me si sarebbe potuto stabilire un accordo pienissimo, chè tale non esiste nemmeno pei vulcani; ma quì pure le ragioni del disaccordo sono da ricercarsi nel diverso grado di bontà dei mètodi da noi seguiti; mentre quello dei due che permette allo studioso di evocare a suo piacimento il fenòmeno su cui vuol portare la sua attenzione, che glielo presenta compito con tutta la serie dei fenòmeni che necessariamente lo precèdono e da cui esso si svolge, e con tutta la serie di quelli che necessariamente lo sèguono e che da esso tràggono il nascimento, quel mètodo che pone alla portata dello studioso tutto intero l'apparecchio che dal fenòmeno vien prodotto, cosicchè è in sua facoltà di analizzarlo, di scomporlo, di mètterne allo scoperto le molle più riposte, un tal mètodo sovrasta incontrastabilmente ed eminentemente a quello, seguito dai geòlogi, mediante il quale bisogna spesso attèndere il fenòmeno per varj anni, coll'aggiunta che, quando questo si presenta, òbbliga sovente a lunghi viaggi, e di sòlito non si presta all'osservazione che a distanza, ad intervalli, con disagio e con perìcolo. Osservando per tal modo il fenòmeno isolatamente, se

pure non bisogna accontentarsi di osservarne soltanto una frazione, riesce difficilissimo cògliere i veri rapporti che lo lègano a quelli che lo hanno preceduto o che lo seguiranno, i quali non si pòssono osservare nella medesima occasione. Inoltre l'apparecchio troppo grandioso, entro il quale si svòlgono i fenòmeni, si sottràe per la sua stessa mole, almeno nelle parti più intime e più importanti, alle investigazioni dei geòlogi i quali dei detti fenòmeni pòssono bensì seguire coll'occhio tutte le esterne modalità, ma non pòssono prèndere alcuna conoscenza del lavoro interno che li produce. Infine, per stringere tutto in brevi parole, dirò che non si può fare alcun confronto tra la perfezione relativa di due mètodi, dei quali l'uno mette i fenòmeni in piena balìa dell'osservatore, e l'altro lascia l'osservatore in piena balìa dei fenòmeni.

572. Possessore di un mètodo così eccellente, ecco per sommi capi che cosa potèi fare.

Trovài che le montagne dèvono la loro origine ad una specie di gigantesca vegetazione. Il processo è singolare e curiosissimo; pure ho tentato invano fino dal 1851 di richiamar sopra il medèsimo l'attenzione dei geòlogi. Nessuno volle prènderlo in considerazione, nessuno se ne curò. Il solo Giovanni Omboni nel suo pregèvole *Trattato di geologìa,* pubblicato a Milano nel 1854, in mezzo alle varie teorie sulla formazione delle montagne, di cui presenta l'esposizione, dà un estratto anche della mia. Avvenne pertanto che i geòlogi, i quali, non avendo mai potuto assistere alla formazione d'una sola

montagna, trovàvansi nell'impossibilità d'indovinarne il processo, sdegnàrono una teorìa, fondata sugli esperimenti, e stèttero saldamente fedeli ad alcune loro fantasticherìe contraddicèntisi che non spiègano nulla.

Trovài che il processo, onde èbbero origine le montagne, leggermente modificato nel modo che gli esperimenti m'insegnàrono, acquista l'attitùdine di dare orìgine a tutta la serie svariata dei fenòmeni vulcànici. E, poichè i geòlogi hanno potuto osservare i vulcani in azione, e foggiar le loro teorìe sopra numerosi fatti egregiamente interpretati, scomparisce su questo particolare tra loro e me ogni opposizione di vedute, e le differenze rèstano circoscritte soltanto a ciò, ch'io potèi spìngere l'anàlisi del fenòmeno un passo più in là, e mèttere allo scoperto il fatto primordiale, da cui tutti gli altri provèngono; mentre ad essi, sebbene vi si aggiràssero d'intorno, sfuggì sempre di mano. Questo fatto, ch'io misi in chiaro e che serve di fondamento a tutta la teorìa vulcànica, è la consolidazione del lìquido alimentatore: essi invece si ostinàrono a crèdere che la cagion prima dei fenòmeni vulcànici fosse da ricercarsi, non già nella progressiva consolidazione del liquido terrestre, la quale per le condizioni del nostro globo deve effettuarsi necessariamente, ma nell'eventualità di locali accrescimenti di temperatura, i quali, quand'anche avvenissero, o bisognerebbe crèderli affatto accidentali, o soggetti a leggi complicatìssime ed ancora interamente misteriose. Ed usciti così fuor di carriera s'ingegnàrono a cavallo dell'immaginazione a rovistare

tutti i sentieri in cerca delle ignote càuse che di quando in quando dovèvano versare tanta copia di calore in seno della terra, data in preda, come a tutti è noto, ad uno sterminato processo di progressivo raffreddamento.

Invero, affacciàndoci allo spettàcolo di un vulcano in ignizione, vediamo la natura far tanto spèrpero di calore che a prima giunta crederemmo assurdo l'ammèttere che potesse manifestarsi tutto quel fuoco, senza che la temperatura si fosse aumentata; nè è da maravigliarsi se, davanti ad un'illusione tanto completa, tutti fùrono trascinati nel medèsimo errore. Gli esperimenti dimòstrano che il vulcano alternativamente arde e riposa, senza che nel suo interno affluisca traccia di calore; e con ciò gli esperimenti liberàrono la teorìa dei vulcani da un errore fondamentale e la pòsero per la prima volta sulle sue vere basi.

Gli esperimenti fornìrono inoltre il mezzo di risòlvere definitivamente alcune questioni a lungo controverse, gittando viva luce sui punti più oscuri della teorìa, sciogliendo tutti i dubbj, togliendo tutte le incertezze. E questi servigi sono quasi tanto preziosi quanto quello, che già rèsero alla scienza, arricchèndola di una verità fondamentale non ancor sospettata. D'altronde non si può dire conosciuta una verità, sebbene da qualcuno fosse già stata formulata, finchè giace talmente confusa in mezzo agli errori che non sia possibile da questi distinguerla. In simil caso chi le pone in fronte quel raggio di luce, che la rende a tutti riconoscìbile, si può ben dire che ne sia stato lo scopritore.

A chi era ignoto il fatto dell'intermittenza dei fenòmeni vulcànici? ma chi in buona fede credeva di conòscerne la cagione? Ora questa cagione mi venne segnalata dagli esperimenti e tròvasi da me esposta nell'Artìcolo III dei *Fenòmeni geològici normali.*

Gli esperimenti mi offèrsero il mezzo di determinare i rapporti che esistono tra l'interna conformazione del vulcano e la quantità di materia che da suòi fianchi può venir espulsa nelle sue sìngole eruzioni (Art. citato).

Gli esperimenti risòlsero negativamente la questione, molto controversa, circa la necessità dell'intervento dell'acqua per la produzione dei fenòmeni vulcànici. Due distintissimi vulcanisti, lo Scrope e lo Scacchi, avèvano già ammesso e riconosciuto che l'intervento dell'acqua non è necessario. Lo Stoppani ha riconosciuto che non è necessario l'intervento dell'acqua marina, ma però ammette la necessità dell'acqua dolce. La gran maggioranza dei naturalisti parteggia tuttavìa per la necessità dell'acqua. Credo che ormài la questione possa dirsi irrevocabilmente decisa (Art. citato).

Altri due fenòmeni, che dièdero materia ad Arcàngelo Scacchi di accurate osservazioni e di sòttili indàgini, ricèvono dagli esperimenti una completa e sicura spiegazione. I due fenòmeni, a cui alludo, pòssono formolarsi nel modo seguente:

1.° Come àbbiano potuto in alcuni luoghi le lave lìquide accumularsi a guisa di monti e raggiùngere altezze che sembràvano in contraddizione colle leggi dell'idrostàtica (Vedi l'Art. V del *Vulcanismo itàlico terrestre*).

2.° Come avvenga che le lave, abbandonate al raffreddamento, pòssano di quando in quando rialzare spontaneamente la propria temperatura, e succeda nelle fumarole il cambiamento delle materie che le caratterizzano (Vedi lo stesso Articolo V).

573. E fin qui non ho ancor fatto cenno dei risultati importantissimi ottenuti colle mie ùltime ricerche i quali si tròvano tutti esposti nel Capo IV della prima Sotto-Sezione (Vedi pàg. 175). Ed è questo Capo quello che contiene, quasi potrèi dire, tutti gli elementi e tutti i dati pel completo svolgimento d'una teorìa vulcànica veramente sòlida e veramente scientifica.

Fatta nell'Articolo II un'accurata descrizione dell'esperimento vulcànico si addita nell'Articolo III la località precisa dove stàvano annidate le lave, quando èrano ancora nascoste nel grembo della montagna vulcànica, e prima che l'eruzione le sospingesse a cercar nuove sedi nei luoghi scoperti. Si dimostra come non vi sia alcun rapporto fra la capacità delle caverne vulcàniche e la quantità della lava uscita allo scoperto, e come invece ve ne sia uno strettìssimo fra quest'ùltima quantità, e la porosità più o meno grande delle rocce vulcàniche.

Negli Articoli IV e V si dà l'ùltimo compimento alla teorìa delle intermittenze vulcàniche, dimostrando che sono da ascrìversi ad una sola càusa semplicìssima tutte le varie intermittenze che si manifèstano così frequentemente in molti fenòmeni geològici di apparenze affatto diverse.

Nell' Articolo VI si esàminano alcuni esperimenti praticati a Parigi da distintìssimi naturalisti i quali credèvano di poterne dedurre che il liquido terrestre consolidàndosi diminuì di volume, e si dimostra come e perchè la loro deduzione sia erronea, anche ammesso che gli esperimenti fòssero stati debitamente eseguiti ed avèssero proprio dato i risultati descritti.

Nell'Artìcolo VII, studiato il modo con cui si comporta l'acqua nel seno delle materie fuse roventi, si ammette ch'essa possa benìssimo stanziare anche nell'interno dei vulcani, e che molto spesso vi si trovi; ma si dimostra che i fenòmeni vulcànici pòssono tutti còmpiersi anche indipendentemente dall'acqua, d'onde si conclude che la sua presenza non è necessaria.

574. Nelle conflagrazioni vulcàniche la formazione di rocce sòlide dovuta ai torrenti di materie fuse che eròmpono dai crateri non costituisce tutto il grandioso fenòmeno, e spesse volte nemmeno la sua parte principale. È immensa la quantità di materie disgregate, pòlveri, lapilli o scorie, che vèngono lanciate fuori dai vulcani in quasi tutte le loro conflagrazioni, quindi a non lasciar soltanto a mezzo la spiegazione dei vulcani bisognava saper rèndere ragione anche di quelle singolari e copiosìssime produzioni. A questo intento serve l'Artìcolo VIII. Aggiungerò che oltre alla ragione ivi considerata per la formazione delle cèneri e in generale delle materie frammentarie mi venne il dubbio, non ancora dissipato, che altra ne potesse esìstere; cioè che nel luogo ove le cèneri appariscono fosse possìbile

che si producesse una così grande elevazione di temperatura per cui il menstruo delle lave fosse in gran parte volatilizzato, ovvero portato via dalle arie calde che se ne impadroniscono, e che quindi le molècole sòlide nel raffreddarsi fòssero rimaste disgregate per la mancanza del cemento che avrebbe dovuto congiùngerle. Credo che la cosa mèriti uno studio ulteriore.

Per qual càusa alcuni lembi di terra si separàrono dalle regioni a cui appartenèvano, e perchè vi dèbbano èssere tanti paesi che lentamente si muòvono portàndosi verso l'alto, mentre molti altri vi sono che si muòvono invece sprofondàndosi, è detto nell'Art. IX. La ragione che se ne dà è semplicìssima, naturale, necessaria, e credo che non lasci nella mente alcuna dubbiezza circa la sua verità.

Fenòmeni della più grande importanza vèngono discussi e spiegati negli Artìcoli X e XI; cioè tutti quelli che hanno attinenza coi terremoti. Una prova che non si sapeva ancor nulla circa la cagione di questi fenòmeni è il numero grandissimo delle ipòtesi che vènnero prodotte delle quali nessuna fu definitivamente accettata, nessuna respinta. In così fatti casi la sovrabbondanza equivale al vuoto assoluto. Ora gli esperimenti fornìrono di questi fenòmeni una spiegazione soddisfacentìssima e completa, e c' insegnàrono il mezzo di produrli sotto tutte le loro diverse forme a nostro piacimento. Anche pei terremoti che stèttero sempre avvolti in un' oscurità impenetràbile la luce fu fatta dai plutonj. Ora sappiamo per qual motivo alcune regioni

e alcune speciali località di quelle regioni àbbiano l'infausto privilegio di èssere visitate dai terremoti con particolare frequenza. Ora conosciamo per qual motivo, i terremoti generalmente non succèdono se non che a lunghi intervalli, e sappiamo perchè pòssano ripètere le loro scosse, o pòssano colpire varj paesi lontani quasi simultaneamente, o pòssano far lentamente passaggio da un paese ad altro paese vicino. In somma la teorìa dei terremoti è trovata ed è stabilita per modo di esclùdere la possibilità di qualunque fondamentale modificazione.

Finalmente il Capo IV si chiude con un Artìcolo nel quale si dimostra che il mutamento delle èpoche geològiche è un fatto di cui l'intero ciclo si compie nella prima fase d'ogni perìodo tellùrico e che dopo più non si rinnova per tutto il lungo corso del perìodo stesso, e si dimostra in generale come non vi sia fenòmeno geològico alcuno il quale possa per sua natura indefinitamente, a dati intervalli, riprodursi; cosicchè si deve ritenere che i fenòmeni geològici percòrrono un'òrbita determinata e limitata, e che la geologìa collo svòlgersi cammina verso il suo tèrmine.

575. Ora il lettore è in grado di giudicare, se le promesse, che in nome del plutonio io feci venti anni or sono al principio del mio lavoro, sìano state o no mantenute, e se le parole, colle quali ai §§ 37 e 39 del mio libro *Sull'orìgine delle Montagne,* ho cercato di far risaltare l'importanza scientìfica dei plutonj, fòssero esattamente consentanee alla verità, o peccàssero di esagerazione.

Per conchiùdere dirò che il plutonio oltre èssere il vincolo che lega fra loro la fisiologìa colla geologia, gettò la più viva luce entro tutti i fenòmeni di questa ùltima scienza, cosicchè c' insegnò a collocarli al loro vero posto e ad ordinarli secondo i gradi di parentela, che ancora ritèngono, dopo èssersi tutti staccati da un ceppo comune. Così la semplicità e l' òrdine potèrono entrare nella scienza; così potè dimostrarsi una volta di più che la natura è sempre uguale a sè stessa, maravigliosa sempre per la parsimonia dei mezzi, con cui sa produrre gli effetti più grandiosi e più svariati. La unità è da per tutto; e chi perviene di varie membra sparse a ricomporre un solo individuo è certo d' aver camminato per la buona via e d'èssere stato un fedele intèrprete della natura. I mièi esperimenti plutònici dimostràrono che montagne, vulcani, ìsole e continenti sono i frutti d'un ùnico seme, sono le conseguenze di un ùnico processo appena leggermente modificato; epperò credo d' avere il diritto di asserire che, se non altro, almeno per questo riguardo, i plutonj giovàrono ai progressi scientìfici ed hanno ben meritato della scienza.

FINE